

- 1 -

1

## Arbeitsgerät mit Handgriffabfederung

Die Erfindung betrifft ein handgehaltenes Arbeitsgerät gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 sowie eine Vorrichtung zur Schwingungsisolation eines Handgriffs bei einem Arbeitsgerät.

Handgehaltene Arbeitsgeräte, insbesondere Bohr- und/oder Schlaghämmer (nachfolgend als Hammer bezeichnet), Stampfer o.ä. weisen häufig eine Schwingungserregungseinrichtung zum Erzeugen einer zum Erzielen der gewünschten Arbeitswirkung erforderlichen Schwingung auf. Bei Bohr- und/oder Schlaghämmern ist dies üblicherweise ein Schlagwerk, mit dem eine Schlagwirkung gegen ein Werkzeug erzielt wird. Die starke Schwingung sollte allerdings so wenig wie möglich auf den das Arbeitsgerät mit den Händen haltenden Bediener einwirken.

15

Die Arbeitsgeräte weisen also üblicherweise eine Einrichtung auf, mit der Schwingungen, Stöße oder Schläge erzeugt werden können. Derartige Einrichtungen werden nachfolgend zusammenfassend als "Schwingungserreger" bezeichnet.

20

Viele dieser Arbeitsgeräte sind handgeführt, so dass entsprechende Handgriffe bereitgestellt werden, an denen ein Bediener das Arbeitsgerät greifen und halten kann. Die in dem Schwingungserreger des Arbeitsgeräts für die Erfüllung der technischen Funktion erzeugten Vibrationen oder Stöße werden über die Handgriffe auf den Bediener übertragen, was nicht nur unangenehm, sondern auf die Dauer auch gesundheitsschädlich ist. Dementsprechend ist es anzustreben, die Schwingungen des Handgriffs möglichst gering zu halten.

30

Hierzu ist es bekannt, eine Schwingungsentkopplungseinrichtung zwischen dem Handgriff und dem Schwingungserreger vorzusehen. Üblicherweise wird eine derartige Schwingungsentkopplungseinrichtung mit Hilfe von passiven Feder-Dämpferelementen realisiert. Zum Beispiel können zwischen dem Handgriff und dem Schwingungserreger Gummielemente eingesetzt werden, um eine gewisse Schwingungsentkopplung zu erreichen. Aufgrund des begrenzten Bauraums können die Federelemente nur geringe Federwege aufweisen, was ihre Eignung zur Schwingungsisolation des Handgriffs begrenzt.

- 2 -

- 1 Andererseits können die Federelemente nicht zu weich ausgeführt werden, um eine präzise Führung des Arbeitsgeräts durch den Bediener zu ermöglichen.
- 5 Es sind Hämmer bekannt, die Anti-Vibrations-Systeme mit passiven Federelementen, insbesondere Gummipuffern, aufweisen. Um eine gute Schwingungsisolation unter verschiedenen Einsatzbedingungen zu erreichen, sind prinzipiell niedrige Federsteifigkeiten und große Federwege anzustreben, welche jedoch für Bauraum und Handhabung des Arbeitsgeräts von Nachteil sind.

10 Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass z. B. bei Hämmern mit stark wechselnden Andrückkräften zu rechnen ist. Diese resultieren zum einen aus unterschiedlichen Reaktionskräften bzw. Rückstoßkräften aufgrund verschiedener Werkzeugtypen oder inhomogenen, zu bearbeitenden Materialien. Zum anderen wechseln die Andrückkräfte aufgrund unterschiedlich wirkender Gewichtskräfte, die durch die Bearbeitungsrichtung (nach unten, horizontal, nach oben) sowie unterschiedliche Werkzeuggewichte bedingt sind.

20 Es ist oftmals problematisch, geeignete Federelemente zu entwickeln, die sämtlichen denkbaren Betriebszuständen, insbesondere der gesamten möglichen Bandbreite von Andrückkräften Rechnung tragen.

25 In der DE 196 46 622 A1 wird ein an einem Handgriff führbares Arbeitsgerät beschrieben. Der Handgriff ist durch ein aktiv gesteuertes oder geregeltes Kompensationsglied aktiv schwingungsgedämpft, wobei das Kompensationsglied in Abhängigkeit von der zu ihm übertragbaren, im Arbeitsgerät entstehenden Vibration, eine kompensierende Kraft bzw. Bewegung erzeugt. Durch 30 diese Kompensationswirkung ist es möglich, die im Arbeitsgerät entstehende Schwingung weitgehend auszugleichen, so dass der dem Kompensationsglied nachgeschaltete Handgriff im Wesentlichen schwingungsfrei ist. Allerdings ist der bauliche und Regelungstechnische Aufwand für ein derartiges Gerät nicht unerheblich.

35 In der DE 101 00 378 A1 wird eine Handwerkzeugmaschine beschrieben, die einen Schwingungserreger sowie eine zwischen dem Schwingungserreger

- 3 -

1 und einem Handgriff angeordnete Schwingungsisoliereinrichtung aufweist.  
Die Schwingungsisoliereinrichtung weist einen Aktor auf, über den die Be-  
triebskraft mit einer Stellkraft zumindest teilweise kompensierbar ist. Dabei  
ist die Stellkraft weitgehend unabhängig von der tatsächlich existierenden,  
5 zu isolierenden Schwingung. Die Schwingung selbst wird durch ein parallel  
zu dem Aktor angeordnetes Federelement mit relativ weicher Kennlinie kom-  
pensiert. Bei dem beschriebenen Arbeitsgerät übernimmt der Aktor selbst  
somit keine Schwingungsdämpfungsfunktion. Vielmehr gewährleistet er,  
dass die Arbeitsstellung des Federelements, d. h. dessen Vorspannung, stets  
10 in einem vorgegebenen Bereich liegt, so dass das Federelement die anliegen-  
de Schwingung kompensieren kann. Die Stellkraft des Aktors wird automa-  
tisch in Abhängigkeit von der von außen wirkenden Betriebskraft, insbeson-  
dere der Andrückkraft vom Bediener automatisch eingestellt. Insofern kann  
15 von einer "semi-aktiven" Schwingungsisolierung gesprochen werden. Der Ak-  
tor kann elektrisch, elektromagnetisch oder hydraulisch ausgeführt sein,  
was einen erheblichen baulichen Aufwand erfordert.

In der EP 0 206 981 A2 wird ein Handwerkzeug mit einer Schwingungen er-  
zeugenden Antriebseinrichtung beschrieben. An einem die Antriebseinrich-  
20 tung aufnehmenden Gehäuse ist ein parallel zur Hauptschwingungssachse  
zwischen zwei Anschlägen begrenzt verschiebbarer Handgriff vorgesehen.  
Der in Vorschubrichtung des Handwerkzeuges angeordnete Anschlag des  
Handgriffes ist als Elektromagnet ausgebildet, der unabhängig von der Stel-  
lung des Handgriffes gegenüber dem Gehäuse eine konstante, regelbare  
25 Kraft sowohl auf den Handgriff als auch auf das Gehäuse ausübt. Dadurch  
soll eine Schwingungsisolation erreicht werden können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein handgehaltenes Arbeitsgerät  
mit semi-aktiver Schwingungsisolierung derart auszustalten, dass der  
30 Bauaufwand minimiert wird. Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zu-  
grunde, eine Vorrichtung zur Schwingungsisolation eines Handgriffs bei ei-  
nem Arbeitsgerät anzugeben, mit der eine zuverlässige und einfache Schwin-  
gungsentkopplung des Handgriffs, auch in verschiedenen Betriebszustän-  
den, gewährleistet wird.

35

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein handgehaltenes Arbeitsgerät  
gemäß Anspruch 1 sowie durch eine Vorrichtung nach Anspruch 16 zur

- 4 -

- 1 Schwingungsisolation eines Handgriffs bei einem Arbeitsgerät gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.
- 5 Ein handgehaltenes Arbeitsgerät weist eine Schwingungsisoliereinrichtung zwischen einer einen Schwingungserreger umfassenden ersten Einheit und einer relativ zu der ersten Einheit wenigstens in einer Arbeitsrichtung beweglichen zweiten Einheit auf. Bestandteil der Schwingungsisoliereinrichtung ist ein Aktor zum Erzeugen einer Stellkraft, mit der eine in der Arbeitsrichtung zwischen der ersten und der zweiten Einheit wirkende Betriebskraft, z. B. eine Andrückkraft, wenigstens teilweise kompensierbar ist. Der Aktor wird pneumatisch betrieben.

15 Es hat sich herausgestellt, dass ein pneumatisch betriebener Aktor gegenüber den in der DE 101 00 378 A1 beschriebenen Antriebsprinzipien für Aktoren erhebliche Vorteile hat. Zum einen ist kein zusätzliches Medium (z. B. Hydrauliköl) erforderlich. Luft ist als Medium jederzeit in ausreichender Menge verfügbar und kann ohne besonderen Dichtungsaufwand verarbeitet werden. Eventuelle Leckverluste sind unkritisch. Zum anderen ist der Regelungsaufwand im Verhältnis zu z. B. elektrischen oder elektromagnetischen Aktoren erheblich geringer. Darüber hinaus ist der Energieaufwand für elektrische Aktoren vergleichsweise hoch, da die Aktoren schnell reagieren müssen, was nur durch eine entsprechende zur Verfügung stehende Leistung möglich ist.

20  
25 Die Handgriff-Luftfeder wird so genannt, um sie begrifflich von einer sich insbesondere in einem Luftfegerschlagwerk eines Hammers ausbildenden, hier jedoch nicht weiter interessierenden Luftfeder zu unterscheiden. Die Handgriff-Luftfeder ist durch unterschiedliche Luftfüllung veränderbar und somit einstellbar. Insbesondere lässt sich der Druck in der Luftfeder und/ oder das Luftpolumen verändern. Der Aktor bildet somit im Wesentlichen eine pneumatische Feder mit Verstelleinrichtung. Bei der Handgriff-Luftfeder ist deren Füllung mit Druckluft veränderbar, sodass dementsprechend auch die Federeigenschaften der Handgriff-Luftfeder verändert werden können.

30  
35 Eine Luftfeder weist prinzipbedingt eine progressive Federkennlinie auf. Das

- 5 -

- 1 bedeutet, dass die Luftfeder zunächst eine relativ niedrige Federkonstante hat und somit Schwingungen gut ausgleichen kann. Erst bei einer deutlichen Erhöhung der auf die Luftfeder wirkenden Kraft (Betriebskraft) erhöht sich die Federsteifigkeit, sodass die Luftfeder härter wird. Dadurch lässt 5 sich vermeiden, dass die zweite Einheit (z. B. ein Handgriff) vollständig gegen die erste Einheit (z. B. das den Schwingungserreger umgebende Gehäuse) angedrückt wird, wodurch die Schwingungen nahezu ungehindert auf die zweite Einheit übertragen werden könnten.
- 10 Die Progressivität der Luftfeder kann durch eine geeignete, weiter unten erläuterte Feder-Regelungseinrichtung in entsprechender Weise eingestellt werden.

Wie bereits im Zusammenhang mit dem Stand der Technik erläutert und 15 später noch detaillierter ausgeführt, kommt dem Aktor die primäre Aufgabe zu, die zwischen der ersten und der zweiten Einheit wirkende Betriebskraft zu kompensieren, so dass die eigentliche Schwingungsisolierung durch ein parallel zu dem Aktor angeordnetes Federelement übernommen werden kann. Da jedoch der Aktor erfindungsgemäß pneumatisch betrieben wird, 20 weist er aufgrund der Kompressibilität der Luft bereits selbst gute Federeigenschaften auf und dient somit ebenfalls zur Schwingungsisolierung. Ein hydraulisch betriebener Aktor könnte eine derartige Schwingungsisolierung aufgrund der Inkompressibilität von Hydraulikfluid nicht leisten. Auch elektrisch betriebene Aktoren würden stets versuchen, einer schwingungsbedingten Auslenkung gegenzuwirken und so eine Federwirkung zu verhindern.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei dem Arbeitsgerät um einen Bohr-/und oder Schlaghammer (nachfolgend als Hammer bezeichnet). Die zweite Einheit trägt einen Handgriff, an 30 dem der Bediener das Arbeitsgerät führen und halten kann. In der ersten Einheit ist ein an sich bekanntes Luftfederschlagwerk vorgesehen, das einen von einem Motor angetriebenen Antriebskolben zum Antreiben eines Schlagkolbens aufweist. Zwischen dem Antriebskolben und dem Schlagkolben bildet sich eine Luftfeder aus, die die Bewegung des Antriebskolbens auf den Schlagkolben überträgt, der wiederum gegen ein Werkzeug schlägt. Erfindungsgemäß ist dabei der Antriebskolben zum Erzeugen von Druckluft zum

- 6 -

1 Speisen des Aktors ausgebildet.

- Bei dieser Ausführungsform wird ein weiterer Vorteil eines pneumatisch betriebenen Aktors deutlich. Der Antriebskolben des Schlagwerks ist nämlich 5 bereits zum Erzeugen von Druckluft ausgebildet, wenn auch bei bekannten Schlagwerken lediglich zum Antreiben des Schlagkolbens. Erfindungsgemäß kommt dem Antriebskolben jetzt eine zweite Funktion zu, nämlich das Erzeugen von Druckluft für den Aktor. Weil jedoch der Antriebskolben hierzu 10 in einfacher Weise genutzt werden kann, sind keine zusätzlichen Bauelemente zum Erzeugen eines Druckmediums, wie z. B. eine Hydraulikpumpe o. Ä., erforderlich. Die vom Antriebskolben z. B. bei seiner Rückbewegung, nach Vorwärtstreiben des Schlagkolbens, verdrängte Luft kann als Druckluft dem Aktor zugeführt werden.
- 15 Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn der Aktor einen von dem Antriebskolben mit Druckluft befüllbaren Druckluftspeicher aufweist. Der Druckluftspeicher dient nicht nur als Druckluftvorrat für den Aktor, aus dem bei Bedarf Druckluft entnommen und dem Aktor zugeführt werden kann. Außerdem vergleichmäßigt der Druckluftspeicher auch die von dem Antriebskolben 20 aufgrund seiner Hin- und Herbewegung schubweise zugeführte Druckluft.

Bei einer besonderen Ausführungsform der Erfindung weist der Aktor den Druckluftspeicher, eine Ventileinrichtung, die Handgriff-Luftfeder und einen 25 Handgriffkolben auf. Dabei ist der Druckluftspeicher über die Ventileinrichtung mit der Handgriff-Luftfeder verbindbar, während die Handgriff-Luftfeder auf den Handgriffkolben wirkt, der mit dem Handgriff verbunden ist. Der Kern des Aktors wird somit durch die Handgriff-Luftfeder gebildet. Je nach dem, mit welchem Druck aus dem Druckluftspeicher die Handgriff-Luftfeder 30 gefüllt ist, verlagert sie den von ihr beaufschlagten Handgriffkolben, der wiederum mit dem Handgriff formschlüssig verbunden ist und diesen damit mitbewegt. Die Ventileinrichtung stellt dabei sicher, dass nur soviel Druckluft aus dem Druckluftspeicher in die Handgriff-Luftfeder gelangt, wie erforderlich.

35

Vorteilhafterweise ist die Ventileinrichtung derart ausgebildet, dass, wenn der Handgriffkolben ein die Handgriff-Luftfeder umschreibendes Volumen

- 7 -

1    über ein vorgegebenes Maß verkleinert, Druckluft aus dem Druckluftspeicher in die Handgriff-Luftfeder nachführbar ist, um das vorgegebene Maß für das Volumen der Handgriff-Luftfeder wieder zu erreichen. Wenn somit der Bediener mit erhöhter Betriebskraft gegen den Handgriff drückt, verlagert er den Handgriff und somit den Handgriffkolben gegen die Wirkung der Handgriff-Luftfeder. Aufgrund der Kompressibilität der Luft wird das Volumen der Handgriff-Luftfeder verkleinert, bis schließlich ein vorgegebener minimaler Grenzwert erreicht wird. Daraufhin öffnet die Ventileinrichtung die Verbindung zwischen dem Druckluftspeicher und der Handgriff-Luftfeder, so dass der Luftdruck in der Handgriff-Luftfeder erhöht wird. Als Folge davon vergrößert sich die auf den Handgriffkolben wirkende Kraft und drückt den Kolben wieder entgegen der Wirkung der Betriebskraft. Bei entsprechender Einstellung des Systems lässt es sich somit sicherstellen, dass der Handgriff seine Relativstellung gegenüber der das Luftfegerschlagwerk aufweisenden ersten Einheit kaum verändert.

20    Ergänzend dazu ist es zweckmäßig, wenn die Ventileinrichtung auch ein Auslassventil aufweist, um Druckluft aus der Handgriff-Luftfeder auszulassen, wenn das Volumen der Handgriff-Luftfeder aufgrund einer Verlagerung des Handgriffkolbens einen vorgegebenen Maximalwert übersteigt.

25    Dieser Fall kann z. B. auftreten, wenn der Bediener zunächst mit hoher Betriebskraft gegen den Handgriff gedrückt hat und dann schließlich die Betriebskraft zurücknimmt, weil er das Gerät abheben möchte. Als Folge davon würde der hohe Luftdruck in der Handgriff-Luftfeder den Handgriffkolben und damit den Handgriff weiter nach außen drücken, was insbesondere bei einem Neuansetzen des Geräts mit geringerer Betriebskraft dazu führen würde, dass die Schwingungsisolierung nicht im optimalen Betriebsbereich arbeitet.

30    Um das zu verhindern, ist das Auslassventil vorgesehen, das eine Verbindung von der Handgriff-Luftfeder nach außen öffnet, wenn aufgrund einer Absenkung der Betriebskraft die Handgriff-Luftfeder den Handgriffkolben verlagert und sich dadurch über einen vorgegebenen Maximalwert vergrößert.

35    Die zuletzt beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung lassen sich so-

1    wohl rein mechanisch als auch mechanisch-elektronisch (mechatronisch) realisieren.

5    Bei der mechanischen Lösung ist die Ventileinrichtung vorzugsweise mit dem Handgriffkolben gekoppelt. Der Handgriffkolben ist - je nach Druckbeaufschlagung durch die Handgriff-Luftfeder - zwischen zwei Extremstellungen bewegbar. Vor diesen beiden Extremstellungen lassen sich Kolbenstellungen definieren, die einem Minimalwert und einem Maximalwert für das Volumen der Handgriff-Luftfeder entsprechen. Innerhalb dieser Werte soll  
10    keine Zuführung oder Abführung von Druckluft zu oder aus der Handgriff-Luftfeder erfolgen. Sobald jedoch aufgrund einer geänderten Betriebskraft die Stellung des Handgriffkolbens eine der beiden Grenzwerte (Maximalwert oder Minimalwert) überschreitet, öffnet die Ventileinrichtung ein jeweils zugeordnetes Ventil, d. h. entweder ein Einlassventil, das eine Verbindung zwischen dem Druckluftspeicher und der Handgriff-Luftfeder herstellt, oder das Auslassventil zum Auslassen von Druckluft nach außen. Um dies zu realisieren weist die Ventileinrichtung entsprechende Einlasskanäle für das Einlassventil und Auslasskanäle für das Auslassventil auf, die in Abhängigkeit von der Stellung des Handgriffkolbens geöffnet oder geschlossen werden. Die  
15    Kanäle und deren Schließ- bzw. Öffnungsmechanismen lassen sich in einfacher Weise mit dem Handgriffkolben kombinieren.  
20

25    Bei der mechatronischen Lösung ist es besonders vorteilhaft, wenn ein Sensor vorgesehen ist, mit dem sich die Relativstellung der ersten und der zweiten Einheit, also insbesondere des das Schlagwerk und den Antrieb aufnehmenden Hauptgehäuses und des dazu relativ beweglichen Handgriffs bestimmen lässt. Der Sensor sollte derart angeordnet sein, dass er wenigstens den Punkt der optimalen Relativstellung zwischen den beiden Einheiten erfassen kann.  
30

35    Vorzugsweise sind der Sensor und die Ventileinrichtung mit einer Steuerung verbunden, wobei die Ventileinrichtung durch die Steuerung derart ansteuerbar ist, dass in der Handgriff-Luftfeder ein derartiger Druckluftzustand herrscht, dass die von dem Sensor erfassten Relativstellungen der ersten und der zweiten Einheit in einem vorgegebenen Schwankungsbereich gehalten werden. Der Schwankungsbereich wird z. B. durch den oben beschriebenen Maximalwert und Minimalwert für das Volumen der Handgriff-Luftfeder

- 9 -

- 1 definiert. Die Steuerung überwacht mit Hilfe des Sensors die Relativstellung zwischen der ersten und der zweiten Einheit und kann bei Überschreiten des vorgegebenen Schwankungsbereichs mit Hilfe der Ventileinrichtung entsprechende Gegenmaßnahmen ansteuern. Zum einen ist es somit möglich,  
5 Druckluft aus dem Druckluftspeicher über das Einlassventil in die Handgriff-Luftfeder einströmen zu lassen. Zum anderen kann die Steuerung auch dafür sorgen, dass die Handgriff-Luftfeder über das Auslassventil entlastet wird.
- 10 Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist parallel zu dem Aktor zwischen der ersten und der zweiten Einheit eine Federeinrichtung angeordnet. Die Federeinrichtung kann eine weichere Federkennlinie als der Aktor aufweisen.
- 15 Alternativ dazu ist es möglich, dass die Federeinrichtung eine Federsteifigkeit aufweist, die wenigstens so groß ist, dass durch die Federeinrichtung die Bewegung einer Amplitude der Schwingung aufnehmbar ist, ohne dass ein Blocksetzen der Federeinrichtung auftritt.
- 20 Die zwischen der ersten Einheit und der zweiten Einheit wirkende Kraft setzt sich im Wesentlichen aus zwei Bestandteilen zusammen: Zum einen wirkt die Betriebskraft, die im Wesentlichen durch den Bediener durch Drücken des Handgriffs von außen aufgebracht wird. Der Betriebskraft wird eine Kraft überlagert, die durch die in der ersten Einheit erregte Schwingung erzeugt wird. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung ist es möglich, dass die Betriebskraft weitgehend vollständig durch den Aktor aufgenommen und kompensiert wird, wobei der Aktor idealerweise die Federsteifigkeit "Null" bzw. eine sehr geringe Federsteifigkeit aufweisen sollte. Eine geringe Erhöhung der auf den Aktor wirkenden Kraft im niederfrequenten Bereich würde  
25 eine Verlagerung des Aktor-Stößels bewirken, ohne dass der Aktor zunächst eine erhöhte Gegenkraft entgegengesetzt. Erst bei Überschreiten der Grenzstellungen würde die Aktorkraft vergrößert.
- 30  
35 Überlagert dazu wird die Wirkung der Federeinrichtung, die die durch die Schwingungsamplitude hervorgerufenen Kraft- bzw. Wegänderungen aufnimmt. Die Schwingungsamplitude wiederum wird nicht bzw. kaum durch die Betriebskraft beeinflusst. Die Federeinrichtung muss daher eine Feder-

- 10 -

- 1 steifigkeit haben, um die Schwingungsamplitude vollständig aufnehmen zu können, ohne dass ein Blocksetzen auftritt, d. h. ohne dass die Federeinrichtung so weit zusammengedrückt wird, dass entsprechende Anschläge in Berührung kommen und ein weiteres Komprimieren der Feder verhindern.
- 5 Da die im Betrieb auftretenden Schwingungsamplituden im Wesentlichen vorher bekannt sind, lässt sich die Federeinrichtung entsprechend auslegen.

Im Übrigen sollte aber die Federsteifigkeit der Federeinrichtung so niedrig wie möglich sein, um eine besonders weiche Federung zu ermöglichen.

10

Damit ist es möglich, dass der Aktor in der oben beschriebenen Weise die von außen auf das Arbeitsgerät einwirkende Betriebskraft zwischen der ersten und der zweiten Einheit kompensiert, wodurch die Betriebskraft keine nennenswerte Verformung der weichen Federeinrichtung bewirkt. Die Federeinrichtung hingegen ist geeignet, die höherfrequenten Schwingungen, die durch den Schwingungserreger in der ersten Einheit entstehen, zu kompensieren, wodurch die zweite Einheit im Wesentlichen von Schwingungen isoliert ist.

20

Die Federeinrichtung muss somit nicht über den gesamten Wertebereich von denkbaren Betriebskräften verformbar sein, was aufgrund der weichen Federkennlinie zu einer großen Baulänge der Feder führen würde. Vielmehr ist es aufgrund der Kompensation der Betriebskraft durch den Aktor möglich, dass die Federeinrichtung nur einen relativ kleinen Betriebsbereich für die Relativbewegung zwischen der ersten und der zweiten Einheit bereitstellen muss, so dass die Federeinrichtung trotz der weichen Federkennlinie kurz baut.

30

Bei einer vorteilhaften Weiterentwicklung ist die von dem Aktor erzeugte Stellkraft zyklisch veränderbar, wobei die Änderung mit der gleichen Frequenz erfolgt, mit der sich der Antriebskolben bewegt. Die durch den Antriebskolben im Luftfederschlagwerk erzeugte Schwingung weist zwangsläufig exakt die gleiche Frequenz auf, mit der sich auch der Antriebskolben bewegt. Dementsprechend ist die Frequenz der zu isolierenden Schwingung bereits durch die Bewegungsfrequenz des Antriebskolbens vorgegeben. Wenn nun der Aktor mit der gleichen Frequenz arbeitet, lässt sich durch die in gewisser Weise pulsierende Wirkung des Aktors die vom Antriebskolben be-

- 11 -

1 wirkte Schwingung kompensieren.

Eventuell erforderliche Phasenverschiebungen bezüglich der Bewegung des Antriebskolbens und der Stellararbeit des Aktors lassen sich durch geeignete 5 Kopplung von Ventilen der Ventileinrichtung und Zwischenschalten des Druckluftspeichers lösen. So ist es z. B. möglich, dass der Antriebskolben nach Beaufschlagung des Schlagkolbens und Durchführung des Schlags durch den Schlagkolben bei seiner Rückbewegung Luft in den Druckluftspeicher pumpt. Bei der im nächsten Zyklus erfolgenden Schlagwirkung und da- 10 mit hervorgerufenen Schwingung öffnet das Ventil zwischen Druckluftspeicher und Handgriff-Luftfeder, um den Druck in der Handgriff-Luftfeder zu erhöhen und dadurch die Kraftwirkung zu erhöhen. Bei erneuter Rückbewe- 15 gung des Arbeitskolbens wird die Handgriff-Luftfeder entleert, während der Druckluftspeicher erneut gefüllt wird. Diese Ausführungsform der Erfindung ermöglicht eine besonders geschickte und zuverlässige Kompensation der am Handgriff unerwünschten Schwingungswirkung.

Alternativ zu der vorbeschriebenen Ausführungsform kann bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung die maximale Stellfrequenz des Aktors kleiner sein als die Frequenz der in der ersten Einheit erzeugten Schwingung, 20 also insbesondere als die Bewegungsfrequenz des Antriebskolbens. Dadurch ist sichergestellt, dass der Aktor lediglich die von außen wirkende Betriebskraft kompensiert, nicht jedoch aktiv der Schwingung entgegenwirkt. Die Schwingung wird stattdessen in der oben beschriebenen Weise durch die 25 weichere Federeinrichtung kompensiert oder - aufgrund der Kompressibilität der Luft - passiv auch durch den Aktor.

Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist eine von dem Antrieb des Arbeitsgeräts angetriebene Drucklufterzeugungseinrichtung vorgesehen, 30 die unabhängig von den eigentlichen Arbeitsfunktionen des Geräts Druckluft für den Aktor erzeugt. Dafür eignet sich z. B. ein kleiner Schraubenkompressor.

Die Stellkraft des Aktors sollte derart einstellbar sein, dass ein Schwankungsbereich für die durch unterschiedliche Betriebskräfte verursachten Relativstellungen zwischen der ersten und der zweiten Einheit sichergestellt ist, der kleiner als ein Schwankungsbereich ist, den die Relativstellungen 35

- 12 -

- 1 zwischen der ersten und der zweiten Einheit bei ebenso unterschiedlichen Betriebskräften, jedoch ohne die Kompensationswirkung der Stellkraft des Aktors erreichen würden. Das bedeutet, dass sich die erste und die zweite Einheit ohne die Wirkung des Aktors in einem erheblich größeren Bereich  
5 relativ zueinander bewegen lassen würden. Der Aktor hingegen stellt sicher, dass dieser Schwankungsbereich möglichst klein ist, um dort, z. B. mit Hilfe der parallel geschalteten Federeinrichtung, eine bestmögliche Schwingungsisolierung zu erreichen.
- 10 Erfindungsgemäß wird somit ein Kraft erzeugender pneumatischer Aktor beschrieben, der die über einen bestimmten Zeitraum gemittelte Andrückkraft wie bei einer Niveauregulierung ausgleicht. Die eigentliche Schwingungsisolation wird entweder nur durch die Federeigenschaft des Luftpolsters in der Handgriff-Luftfeder selbst oder zusätzlich durch die Parallelschaltung der  
15 passiven Federeinrichtung mit hinreichend niedriger Federsteifigkeit erreicht. Dies bedeutet, dass die flache Federkennlinie während des Schwingungsvorgangs bei wechselnder Anpresskraft derart verschoben wird, dass die Schwingung im Idealfall um einen festgelegten Punkt oszilliert. Auch wenn vorstehend im Wesentlichen eine semi-aktive Schwingungsisolierung  
20 beschrieben worden ist, ist es insbesondere mit der mechatronischen Variante denkbar, bei prinzipiell gleicher Bauweise auch eine voll aktive Kompensation zu erreichen, wobei dann die Anforderungen an Sensoren, Steuerung und Ventile aufgrund der zunehmenden Schaltfrequenzen höher sind. Umgekehrt sind bei der semi-aktiven Schwingungsisolation die Anforderungen an die Bauelemente deutlich geringer, weil die eigentliche Schwingungsisolierung lediglich passiv erfolgt.  
25

Die Krafteigenschaften des Aktors, der im Übrigen auch aus mehreren kleineren Aktoren bestehen kann, sowie die passive Federeinrichtung, die ihrerseits ebenfalls mehrere Federelemente aufweisen kann, sind derart aufeinander abzustimmen, dass wenigstens die maximal denkbare Betriebskraft kompensiert werden kann. So ist es einerseits möglich, einen starken Aktor mit einer Federeinrichtung mit sehr weicher Kennlinie zu kombinieren, während andererseits eine steifere Federeinrichtung eine schwächere Gestaltung  
30 des Aktors ermöglicht.  
35

Es ist anzustreben, die Handgriff-Luftfeder möglichst groß auszuführen, weil

- 13 -

- 1 dann die relative Volumenänderung durch die Handgriffbewegung gering und somit die wirksame Kraft nahezu konstant bleibt.
- 5 Wenn die Kolbenfläche des Handgriffkolbens genügend groß ausgeführt ist, kann der Betriebsdruck in der Handgriff-Luftfeder niedrig gehalten werden. Damit lässt sich auch die Änderung der Federsteifigkeit der Luftfeder gegenüber der Änderung der Betriebskraft gering halten.
- 10 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe auch durch eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 16 gelöst.
- Die Vorrichtung zur Schwingungsisolation weist einen Schwingungserreger und eine relativ zu dem Schwingungserreger entlang einer Hauptrichtung, z. B. der Arbeitsrichtung des Arbeitsgeräts, bewegliche Griffleinrichtung auf. Zwischen dem Schwingungserreger und der Griffleinrichtung ist eine Schwingungsentkopplungseinrichtung vorgesehen, die eine Federeinrichtung aufweist, über die ein wesentlicher Teil der zwischen der Griffleinrichtung und dem Schwingungserreger wirkenden Kräfte übertragen werden. Die Schwingungsentkopplungseinrichtung weist weiterhin eine Feder-Regelungseinrichtung auf, zum Verändern der Federsteifigkeit und/oder der Vorspannung der Federeinrichtung in Abhängigkeit von einer in der Hauptrichtung zwischen der Griffleinrichtung und dem Schwingungserreger wirkenden Kraft, insbesondere der von dem Bediener auf die Griffleinrichtung in der Hauptrichtung ausgeübten Haltekraft.
- 25 Wegen des eindeutigen Zusammenhangs zwischen Kraft und Weg in der Federeinrichtung kann als Stellgröße auch eine Position (Relativstellung) verwendet werden.
- 30 Um eine möglichst gute Schwingungsisolation zu erreichen, ist grundsätzlich eine möglichst weiche Feder, also eine Federeinrichtung mit niedriger Federsteifigkeit, anzustreben. Eine weiche Feder hat jedoch den Nachteil, dass bereits geringe Kräfte einen erheblichen Verformungsweg der Feder nach sich ziehen können. Bezogen auf das Arbeitsgerät bedeutet das, dass die Griffleinrichtung relativ zu dem Schwingungserreger über größere Strecken bewegbar ist, wenn die dazwischen angeordnete Federeinrichtung eine weiche Kennlinie aufweist. Dies kann jedoch Nachteile bei der Führung mit
- 35

- 14 -

- 1 sich bringen und erfordert einen oft nicht zur Verfügung stehenden Bau-  
raum. Insbesondere wird die Baulänge in der Hauptrichtung des Arbeitsge-  
räts deutlich vergrößert.
- 5 Eine Federeinrichtung mit harter Kennlinie, also eine steife Feder, erlaubt  
zwar eine Minimierung des Bauraums. Gleichzeitig werden jedoch die  
Schwingungen des Schwingungserregers nur unvollständig von dem Hand-  
griff abgehalten.
- 10 Bisher war es im Stand der Technik nur möglich, für die Federeinrichtung  
einen Kompromiss zwischen harter und weicher Kennlinie zu finden. Die Er-  
findung ermöglicht es jetzt, mit Hilfe der Feder-Regelungseinrichtung die Fe-  
dersteifigkeit bzw. gegebenenfalls alternativ oder ergänzend auch die Vor-  
spannung der Federeinrichtung den jeweiligen äußeren Bedingungen, insbe-  
sondere der wirksamen Kraft, anzupassen und die Federeigenschaften so  
einzustellen, dass der zulässige Federweg und die zulässige Relativverschie-  
bung zwischen Griffeinrichtung und Schwingungserreger ausgenutzt werden  
können.
- 15
- 20 Die vom Bediener aufgebrachte Kraft ändert sich - wenn überhaupt - nur re-  
lativ langsam in einem niederfrequenten Bereich. Selbst eine stoßartige Be-  
lastung durch den Bediener erfolgt mit niedriger Frequenz.
- 25 Im Gegensatz dazu sind die von dem Schwingungserreger im Arbeitsgerät er-  
zeugten Schwingungen höherfrequent. Die durch die Schwingungen bewirk-  
ten Kraftänderungen zwischen der Griffeinrichtung und dem Schwingungs-  
erreger werden von der Feder-Regelungseinrichtung nicht erfasst. Die Feder-  
Regelungseinrichtung reagiert somit lediglich auf die vom Bediener durch  
das Halten bzw. Andrücken des Arbeitsgeräts aufgebrachten Kräfte.
- 30
- 35 Damit ist es möglich, die Federeinrichtung grundsätzlich auf eine möglichst  
weiche Kennlinie oder eine niedrige Vorspannkraft einzustellen. Die kon-  
struktiv vorgegebene zulässige Beweglichkeit zwischen der Griffeinrichtung  
und dem Schwingungserreger kann dann als Schwingungsweg voll ausge-  
schöpft werden, um die Schwingungen auszugleichen. Je nach Ausgestal-  
tung der Federeinrichtung kann die Federsteifigkeit in dem relevanten Ar-  
beitspunkt durch Verändern der Vorspannung oder der Federkennlinie (Än-

- 15 -

1 dern der Luftmenge bei einer Luftfeder) beeinflusst werden.

Wenn jedoch der Bediener mit stärkerer Haltekraft gegen die Griffleinrichtung und damit das Arbeitsgerät drückt, würde die Gefahr bestehen, dass  
5 die Griffleinrichtung den Schwingungserreger berührt. Jedenfalls würde - bei unveränderter Federsteifigkeit der Federeinrichtung - der zur Schwingungs-  
isolation zur Verfügung stehende Schwingungsweg immer mehr eingeschränkt. Dies wird durch die Feder-Regelungseinrichtung dadurch kompen-  
siert, dass bei statisch wirkender Haltekraft des Bedieners und somit einer  
10 Nulllage der Schwingung eine Verschiebung der Griffleinrichtung relativ zu dem Schwingungserreger derart bewirkt wird, dass die Griffleinrichtung in einer vorbestimmten Sollstellung steht.

Wenn der Bediener mit größerer Kraft gegen die Griffleinrichtung drückt, erhöht die Feder-Regelungseinrichtung die Federsteifigkeit, um mit ausrei-  
15 chender Federkraft die Bedienerkraft zu kompensieren. Die Griffleinrichtung verbleibt somit - statisch gesehen - in der vorgegebenen Sollstellung. Beim Beaufschlagen mit der Schwingung kann sich die Griffleinrichtung innerhalb eines vorbestimmten Arbeitsbereichs relativ zu dem Schwingungserreger be-  
20 wegen, weil die durch die Schwingung bedingten, höherfrequenten Kraftänderungen nicht ausgeregelt werden.

Vorteilhafterweise wird die Relativstellung der Griffleinrichtung zu dem Schwingungserreger durch die Feder-Regelungseinrichtung im Zusam-  
25 menispiel mit der wirkenden Kraft in dem vorbestimmten Arbeitsbereich gehal-  
ten. Die Feder-Regelungseinrichtung stellt somit sicher, dass die Relativstel-  
lung stets innerhalb des vorbestimmten Arbeitsbereichs verbleibt. Auf diese Weise können Extremstellungen und somit z. B. ein Festkörperkontakt zwi-  
30 schen Griffleinrichtung und Schwingungserreger durch Berühren vermieden werden, bei dem die Schwingungen vollständig auf die Griffleinrichtung über-  
tragen würden.

Vorzugsweise strebt die Feder-Regelungseinrichtung an, dass die Grifflein-  
richtung auch bei einer sich ändernden Haltekraft im Wesentlichen in einer  
35 Sollstellung in dem Arbeitsbereich gehalten wird, die einer vorbestimmten Relativstellung zwischen Griffleinrichtung und Schwingungserreger ent-  
spricht.

1 Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Sollstellung gleichzeitig einer Mittelstellung des Arbeitsbereichs entspricht, so dass die Griffleinrichtung von der Mittelstellung aus über im Wesentlichen gleich lange Bewegungsstrecken zu jeweiligen Grenz- bzw. Endstellungen entlang der Hauptrichtung vorwärts  
5 und rückwärts bewegbar ist. Auf diese Weise kann die Griffleinrichtung symmetrisch um die Mittelstellung schwingen und dadurch die vom Schwingungserreger erzeugte Schwingung kompensieren.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Federeinrichtung durch die Feder-Regelungseinrichtung derart ansteuerbar,  
10 dass die Federeinrichtung in einem Leerlaufbetrieb, in dem die zwischen der Griffleinrichtung und dem Schwingungserreger wirkende Kraft unter einem vorgegebenen Grenzwert liegt, eine erhöhte Steifigkeit aufweist. Es hat sich herausgestellt, dass insbesondere Hämmer beim Ansetzen an eine neue  
15 Bohrstelle die Neigung haben, von der Ansetzstelle wegzuspringen. Wenn die Federeinrichtung eine weiche Kennlinie aufweist, ist prinzipiell die Führbarkeit des Arbeitsgeräts erschwert, was das Wegspringen noch fördert. Wenn jedoch die Federeinrichtung eine erhöhte Steifigkeit aufweist, lässt sich das Arbeitsgerät beim Ansetzen, wenn der Bediener das Gerät noch nicht mit  
20 voller, also unter dem vorgegebenen Grenzwert liegender Kraft andrückt, besonders sicher führen.

Sobald jedoch das Arbeitsgerät in den normalen Arbeitsbetrieb übergeht und vom Bediener mit entsprechend höherer Haltekraft gehalten wird, die über  
25 einem vorgegebenen Grenzwert liegt, ist die Steifigkeit der Federeinrichtung durch die Feder-Regelungseinrichtung derart reduzierbar, dass die Griffleinrichtung in der gewünschten Sollstellung des Arbeitsbereichs stehen kann.

Beim Starten des Arbeitsvorgangs, in dem sich das Arbeitsgerät noch im  
30 Leerlaufbetrieb befindet, ist somit die Federeinrichtung steif, um eine gute Führbarkeit zu ermöglichen. In dem Moment, in dem der Bediener gegen das Arbeitsgerät drückt und einen Übergang aus dem Leerlaufbetrieb in den Arbeitsbetrieb wünscht, wird die Federsteifigkeit herabgesetzt, um die verbesserte Schwingungsisolation zu erreichen. Die Federsteifigkeit wird dann  
35 zwangsläufig nicht zu niedrig sein, da die Andrückkraft vom Bediener kompensiert werden muss. Dementsprechend ist im Arbeitsbetrieb eine gute Führbarkeit des Arbeitsgeräts gewährleistet.

- 1 Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist die Federeinrichtung eine zwischen der Griffleinrichtung und dem Schwingungserreger wirkende Luftfeder auf, die vorzugsweise Luft von einer Luftpumpe erhält.
- 5 Die Luftpumpe kann von einem Antriebsmotor des Arbeitsgeräts betrieben werden. Zum Beispiel kann die Luftpumpe mit einem Lüfterrad für den Antriebsmotor gekoppelt sein oder als zusätzliches Pumpelement angeordnet werden.
- 10 Die Luftpumpe steht stellvertretend für viele andere Möglichkeiten, eine Luftdruckerzeugungseinrichtung auszubilden, mit der unter Druck stehende Luft zu der Luftfeder zugeführt werden kann. Wenn dementsprechend nachfolgend von einer Luftpumpe gesprochen wird, ist darunter auch allgemein 15 eine Luftförderseinrichtung bzw. eine Luftdruckerzeugungseinrichtung zu verstehen.
- Bei einer besonders vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung wird die Luftpumpe durch die oszillierende Relativbewegung zwischen der Griffleinrichtung und dem Schwingungserreger betrieben. Aufgrund der für die 20 Schwingungsisolation erforderlichen Relativbeweglichkeit der Griffleinrichtung ist eine Antriebsbewegung vorhanden, die für die Luftpumpe in vorteilhafter Weise ausgenutzt werden kann.
- 25 So weist z. B. die Luftpumpe eine zwischen der Griffleinrichtung und dem Schwingungserreger vorgesehene Pumpkammer auf, deren Volumen sich in Folge der oszillierenden Relativbewegung ständig ändert. Die Luftpumpe kann aber auch zwischen dem Schwingungserreger und einer dritten Masse angeordnet sein. Über ein erstes Rückschlagventil kann Luft aus der Umgebung in die Pumpkammer einströmen, wenn sich das Volumen der Pumpkammer vergrößert. Die Luft ist über ein zweites Rückschlagventil aus der Pumpkammer in eine Luftfederkammer förderbar, in der sich die Luftfeder 30 ausbildet, wenn sich das Volumen der Pumpkammer bei entsprechender Gegenbewegung der Griffleinrichtung verringert. Durch das Wechselspiel zwischen dem ersten und dem zweiten Rückschlagventil wird ein über die Zeit 35 gemittelt im Wesentlichen konstanter Zuluftstrom von der Luftpumpe zur Luftfeder sichergestellt.

- 18 -

1. Die Feder-Regelungseinrichtung weist eine Ventileinrichtung auf, durch die der Abluftstrom aus der Luftfeder in Abhängigkeit von der Relativstellung der Griffleinrichtung regelbar ist. Die Steifigkeit der Federeinrichtung lässt sich somit durch die Regelung des Abluftstroms einstellen. Wenn mehr Luft aus der Luftfeder ausströmt, als durch die Luftpumpe zugeführt wird, wird die Federsteifigkeit vermindert. Umgekehrt kann die Federsteifigkeit dadurch erhöht werden, dass der Abluftstrom niedriger eingestellt wird als der Zuluftstrom, so dass in der Summe mehr Luft in die Luftfeder einströmt.
- 10 Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist die Ventileinrichtung eine Ventilöffnung auf, die offenbar ist, wenn die Griffleinrichtung von dem Schwingungserreger weiter entfernt ist. Dadurch kann Luft aus der Luftfeder ausströmen, so dass die Federsteifigkeit sinkt. Bei unverändert starker Andrückkraft des Bedieners führt das dazu, dass sich die Griffleinrichtung näher zu dem Schwingungserreger hinbewegt. Wenn die Griffleinrichtung sich dabei über die Soll- oder Mittelstellung des Arbeitsbereichs hinaus dem Schwingungserreger angenähert hat, ist die Ventilöffnung wenigstens teilweise wieder verschließbar. Dadurch erhöht sich der Luftdruck in der Luftfeder und die Luftfeder wird steifer. Dementsprechend kann sich die Griffleinrichtung dem Schwingungserreger nicht mehr annähern. Gegebenenfalls wird die Griffleinrichtung sogar durch den immer mehr erhöhten Luftdruck in der Luftfeder zurückgedrückt, so dass sie die gewünschte Sollstellung einnimmt.
- 15 20 25 Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung weist die Feder-Regelungseinrichtung eine Ventileinrichtung auf, durch die der Zuluftstrom zu der Luftfeder in Abhängigkeit von der Relativstellung der Griffleinrichtung regelbar ist. Der Abluftstrom aus der Luftfeder ist dabei im Wesentlichen konstant. Im Ergebnis lässt sich der Luftdruck in der Luftfeder somit in ähnlicher Weise regeln, wie dies oben bereits beschrieben wurde. Selbstverständlich ist auch eine Kombinationslösung möglich, bei der sowohl der Zuluftstrom als auch der Abluftstrom geregelt werden. Hierbei ist jedoch eine Abstimmung der beiden Luftströme zweckmäßig, was unter Umständen den Regelungsaufwand erhöht.
- 30 35 Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung wird die Druckerhöhung nicht durch eine Ergänzung der Gasmenge im Federvolumen der Luftfeder

- 19 -

1 erreicht, sondern durch Verkleinerung des Volumens bei konstanter Gasmenge.

5 Diese z. B. durch ein Stellglied zu erledigende Stellaufgabe kann z. B. dadurch erfolgen, dass in einen mit der Luftfeder gekoppelten Hohlraum eine Flüssigkeit - von dem eigentlichen Luftpolumen der Luftfeder getrennt durch eine Membran oder einen Kolben - ein- bzw. ausgelassen wird. Alternativ dazu kann ein Kolben oder eine Balgwand durch einen mechanischen Antrieb bewegt werden und somit das Volumen der Luftpumpe in der Luftfeder  
10 verändern. Der Gasraum für die Luftfeder ist in diesem Fall hermetisch abgeschlossen. Er könnte daher auch mit einem anderen Gas als Luft gefüllt sein. Z. B. wären bei Verwendung von einem einatomigen Gas (Edelgas) die adiabaten Verluste geringer, sodass sich die "Luftfeder" (hier besser: Gasfeder) weniger erwärmen würde. Hierfür ist es empfehlenswert, die Feder mit  
15 Helium, Neon, Argon (kostengünstig) oder Krypton zu füllen.

20 Für derartige Fälle eines abgeschlossenen Gasvolumens, dessen Druck von außen in der oben beschriebenen Weise verändert werden kann, soll die Bezeichnung "Luftfeder" ausdrücklich auch Gasfedern mit anderen Füllungen als Luft umfassen. Die Bezeichnung als Luftfeder wird somit lediglich zum einfacheren Verständnis benutzt, darf aber in diesem Zusammenhang nicht einschränkend dahingehend verstanden werden, dass ausschließlich Federfüllungen mit Luft erfasst sind. Eine Luftfeder ist in diesem Sinne gleichbedeutend mit einer Gasfeder.

25 Die Griffeinrichtung kann wenigstens einen, aber auch zwei oder mehrere Handgriffe aufweisen.

30 Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist zwischen der Griffeinrichtung und dem Schwingungserreger ein elastischer Anschlag vorgesehen. Wenigstens ein Teil der zwischen der Griffeinrichtung und dem Schwingungserreger wirkenden Kraft kann über den Anschlag übertragen werden, wenn die Federsteifigkeit der Federeinrichtung nicht ausreicht, um die gesamte Kraft zu übertragen. Der Anschlag entspricht somit einem klassischen  
35 Federelement (z. B. einer Gummifeder oder einem Schaumelement). Er überträgt jedoch nur Kräfte in einer Richtung. Damit kann sichergestellt werden, dass z. B. die Andrück- bzw. Haltekraft des Bedieners notfalls von der Griff-

- 20 -

- 1 feinrichtung direkt über den Anschlag auf den Schwingungserreger übertragen werden kann. Der elastische Anschlag stellt sicher, dass auch in diesem Fall eine - wenn auch geringere - Schwingungsentkopplung möglich ist. Selbstverständlich kann auch ein zweiter Anschlag vorgesehen werden, zur  
5 Aufnahme von Kräften in der Gegenrichtung, insbesondere, wenn das Arbeitsgerät vom Bediener schnell entlastet wird oder der abstützende Untergrund unter Einwirkung der Andrückkraft plötzlich nachgibt.

Die von der Erfindung betroffenen Arbeitsgeräte, insbesondere Hämmer,  
10 werden häufig in staubiger Umgebung eingesetzt (z. B. bei Abbrucharbeiten). Die für die Füllung der Luftfeder angesaugte Luft sollte daher zumindest durch einen Filter gereinigt werden. Wegen des großen Staubanteils ist jedoch damit zu rechnen, dass diese Filter schnell belegt sein werden, was bei ungenügender Wartung zum Verstopfen bzw. Drosseln des Ansaugluftstroms  
15 für die Luftfeder, aber auch zum Durchlassen von größeren Staubmengen führen kann. In diesem Fall ist mit einem erhöhten Verschleiß, insbesondere auf Grund schiebender Relativbewegungen, zu rechnen. Daher ist es vorteilhaft, wenn die aus der Luftfeder abgelassene Luft in einem weitgehend abgeschlossenen Raum, z. B. einem Balg oder einem Filterbeutel, zumindest teilweise gesammelt und von dort für das Wiederauffüllen der Luftfeder wieder-  
20 verwendet werden kann. Die Ablassöffnung aus der Luftfeder sowie die Ansaugöffnung der Luftpumpe können dann in diesen Raum münden.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist dementsprechend die  
25 Luft für die Luftfeder aus einem Luftspeicher zuführbar. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn die aus der Luftfeder abgelassene Luft in den Luftspeicher rückführbar ist. Das bedeutet, dass die Luft in dem als Zwischenreservoir dienenden Luftspeicher gepuffert werden kann, bevor sie wieder über die Luftpumpe unter Druck in die Luftfeder eingeblasen wird. Auf diese Weise ist es möglich, den Austausch der für die Luftfeder vorgesehenen Luft  
30 mit der Umgebungsluft gering zu halten, um so eine Verunreinigung, z. B. durch Staub, zu minimieren. Es wird somit ein im Wesentlichen geschlossener Luftkreislauf erreicht, bei dem lediglich die meist unvermeidbaren Leckverluste durch Frischluft von außen kompensiert werden müssen.

35

Als Luftspeicher bzw. Zwischenreservoir eignet sich z. B. ein Hohlraum, insbesondere ein Balg oder ein Ballon, der sein Volumen der erforderlichen

- 21 -

- 1 Luftmenge anpassen kann.

- Die ständige Kompression und Dekompression der Luft (des Gases) durch die Schwingungseinleitung erzeugt Verluste in der Luftfeder, die zu einer Erwärmung der Luft (des Gases) führen. Die Verlustwärme muss über die Wände der Luftfeder abgeführt werden. Daher kann es zweckmäßig sein, auf der Innen- und Aussenfläche des die Luftfeder umgebenden Raumes Kühlrippen vorzusehen.
- 10 Diese und weitere Merkmale der Erfindung werden nachfolgend anhand von Beispielen unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

- 15 **Fig. 1** schematisch eine geschnittene Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Arbeitsgeräts;
- Fig. 2 das Arbeitsgerät aus Fig. 1, mit teilweise aufgeschnittenem Schlagwerk und erfindungsgemäßem Aktor;
- 20 **Fig. 3** eine Ausschnittsvergrößerung aus Fig. 2;
- Fig. 4** eine Ausschnittsvergrößerung einer weiteren Ausführungsform; und
- 25 **Fig. 5** einen schematischen Schnitt durch ein Arbeitsgerät mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Schwingungsisolation eines Handgriffs.
- 30 Fig. 1 zeigt am Beispiel eines Bohr- und/oder Schlaghammers den prinzipiellen Aufbau des erfindungsgemäßen Arbeitsgeräts. Eine erste Einheit 1 und eine zweite Einheit 2 sind über eine Schwingungsisoliereinrichtung 3 miteinander verbunden.
- 35 Die Schwingungsisoliereinrichtung 3 weist einen Aktor 4 sowie eine Feder- einrichtung 5 auf.

- 22 -

1 Weiterhin sind zwischen der ersten Einheit 1 und der zweiten Einheit 2 Führungselemente 6 angeordnet, die ein Verkanten der beiden Einheiten 1, 2 vermeiden sollen. Die Führungselemente 6 können aus Gummi bzw. Kunststoff bestehen und insofern ebenfalls zur Schwingungsisolierung beitragen.

5

In der ersten Einheit 1 ist in bekannter Weise - daher im Einzelnen nicht dargestellt - ein Antriebsmotor angeordnet, der über eine Kurbelwelle einen in Fig. 2 erkennbaren Antriebskolben 7 hin- und herbewegt. Vor dem Antriebskolben 7, d. h. in einer Arbeitsrichtung A, ist ein nicht dargestellter Schlagkolben angeordnet. Durch die Bewegung des Antriebskolbens 7 bildet sich zwischen dem Antriebskolben 7 und dem Schlagkolben eine Luftfeder 8 aus, die wiederum den Schlagkolben antreibt, so dass er gegen ein nicht dargestelltes Werkzeugende bzw. einen zwischengeschalteten Döpper aufschlägt. Die Funktionsweise derartiger Luftfegerschlagwerke ist bekannt, so dass sich an dieser Stelle eine weitergehende Darlegung erübrigts.

10

15

An der zweiten Einheit 2 ist am hinteren Ende ein Handgriff 9 ausgebildet.

20

Da die Fig. 2 und 3 im Wesentlichen die gleiche Darstellung betreffen, werden sie nachfolgend gemeinsam beschrieben.

25

Der Aktor 4 weist einen Druckluftspeicher 10, eine Handgriff-Luftfeder 11 sowie einen Handgriffskolben 12 auf. Bestandteil des Aktors ist weiterhin eine Ventileinrichtung, die ein Einlassventil 13 und ein Auslassventil 14 umfasst. Das Einlassventil 13 und das Auslassventil 14 bestehen im Wesentlichen aus einer in einen Zylinder eingefrästen Nut, der eine geschlossene Zylinderfläche gegenübersteht. Die Funktion wird später noch detaillierter erläutert.

30

Der Druckluftspeicher 10 ist darüber hinaus mit einem Einlassrückschlagventil 15 und einem Auslassrückschlagventil 16 ausgestattet.

35

Der Handgriffkolben 12 ist mit dem Handgriff 9 in Axialrichtung formschlüssig verbunden. Zum Ausgleich von eventuellen Fluchtungsfehlern, Seitbewegungen oder Winkelfehlern ist ein ringförmiges Gummi- bzw. Schaumelement 17 vorgesehen. In jedem Fall ist sichergestellt, dass die Axialbewegung des Handgriffkolbens 12 exakt auf den Handgriff 9 übertragen wird, und

1 umgekehrt.

Nachfolgend wird die Funktionsweise erläutert:

- 5 Im Betrieb saugt der Antriebskolben 7 bei einer Vorwärtsbewegung in Arbeitsrichtung A Luft aus der Umgebung über ein Rückschlagventil 18 in einen Rückraum 19 an. Bei der nachfolgenden Rückbewegung des Antriebskolbens 7 entgegen der Arbeitsrichtung A wird die Luft aus dem Rückraum 19 über das Einlassrückschlagventil 15 in den Druckluftspeicher 10 gepresst. Bei der wiederum nachfolgenden Vorwärtsbewegung des Antriebskolbens 7 wird dann erneut Luft über das Rückschlagventil 18 angesaugt. Sodann in dem Druckluftspeicher 10 ein Überdruck entsteht, kann dieser über das Auslassrückschlagventil 16 abgebaut werden.
- 10
- 15 Wenn jetzt der Bediener den Hammer am Handgriff 9 gegen ein zu bearbeitendes Gestein drückt, bewegt sich der Handgriff 9 relativ zu der ersten Einheit 1 nach vorne in Arbeitsrichtung A. Dadurch dringt auch der Handgriffskolben 12 mit einem Stößel 20 tiefer in den Druckluftspeicher 10, bis über eine Nut 13a des Einlassventils 13 eine kommunizierende Verbindung 20 zwischen dem Druckluftspeicher 10 und der Handgriff-Luftfeder 11 hergestellt wird. Darüber kann Druckluft aus dem Druckluftspeicher 10 in die Handgriff-Luftfeder 11 einströmen, die unter anderem gegen eine Kolbenfläche 21 wirkt und schließlich den Handgriffskolben 12 zusammen mit dem Handgriff 9 und der zweiten Einheit 2 wieder zurück, entgegen der Arbeitsrichtung A, bewegt. Dadurch lässt sich in sehr kurzer Zeit die störende Relativbewegung zwischen erster Einheit 1 und zweiter Einheit 2 kompensieren.
- 25

Wenn der Bediener mit noch höherer Betriebskraft gegen den Handgriff 9 drückt, wird das oben beschriebene Verfahren wiederholt.

- 30 Entlastet der Bediener hingegen den Handgriff 9 oder hebt er gar das Arbeitsgerät am Handgriff 9 ab, bewegt sich der Handgriff 9 mit der zweiten Einheit 2 relativ zu der ersten Einheit 1 nach hinten, entgegen der Arbeitsrichtung A. Folglich gleitet auch der Handgriffskolben 12 zurück und gibt 35 schließlich die Nut 14a am Auslassventil 14 frei, so dass Druckluft aus der Handgriff-Luftfeder 11 in die Umgebung ausströmen kann, bis die Druckluft in der Handgriff-Luftfeder 11 vollständig abgebaut ist.

- 24 -

- 1 Die zweite Einheit 2 ist an der ersten Einheit darüber hinaus durch nicht  
dargestellte Anschläge, z. B. auch über die Führungselemente 6, gesichert,  
um ein vollständiges Lösen der zweiten Einheit 2 zu vermeiden. Die Anschlä-  
ge gewährleisten, dass das Auslassventil 14 geöffnet wird, ohne dass der  
5 Handgriffkolben 12 vollständig aus seiner Führung herausgleitet.

Aufgrund der kompressiblen Eigenschaften der Druckluft in der Handgriff-Luftfeder 11 ist der Aktor 4 bereits in der Lage, Schwingungen in erheblichem Maße zu isolieren. Zusätzlich ist bei der in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Ausführungsform die Federeinrichtung 5 in Form einer Schraubenfeder mit weicher Federkennlinie angeordnet. Ohne den Aktor 4 würde die Federeinrichtung 5 bereits bei geringer Betriebskraft am Handgriff 9 vollständig zusammengedrückt, so dass sie keine schwingungsisolierende Wirkung mehr hätte. Mit Hilfe des Aktors 4 ist es aber möglich, die in den Figuren gezeigte Relativstellung zwischen der ersten Einheit 1 und der zweiten Einheit 2 aufrechtzuerhalten, so dass die Federeinrichtung 5 immer noch einen ausreichenden Federweg bereitstellen kann. Dieser Federweg ist geeignet, die in der ersten Einheit 1 erzeugte Schwingung wirksam von dem Handgriff 9 zu isolieren.

20 Fig. 4 zeigt eine zweite Ausführungsform der Erfindung. Während in den Fig.  
2 und 3 eine rein mechanische Lösung dargestellt wurde, betrifft Fig. 4 eine  
mechatronische Realisierung der Erfindung. Sofern im Wesentlichen gleiche  
Bauelemente wie bei den Fig. 2 und 3 eingesetzt werden, werden auch die  
gleichen Bezugszeichen verwendet. Auf eine erneute Beschreibung dieser  
Bauelemente kann verzichtet werden.

Ein wesentlicher Unterschied ist in der Ventileinrichtung zu finden: Der Luftstrom zu und von der Handgriff-Luftfeder 11 wird mit Hilfe von durch eine nicht darstellte Steuerung ansteuerbaren Ventilen, nämlich einem Einlassventil 22 und einem Auslassventil 23 sichergestellt.

Die Steuerung erhält eine wesentliche Information von einem Sensor 24, mit dem die Relativstellung zwischen der ersten Einheit 1 und der zweiten Einheit 2 erfasst wird. Bei dem Sensor 24 kann es sich um einen beliebigen Näherungssensor, z. B. um einen Hall-Sensor, handeln. Der Sensor 24 sollte so ausgebildet sein, dass er die Relativstellung der beiden Einheiten 1, 2 we-

- 25 -

1 nigstens in dem angestrebten optimalen Bereich erfasst.

Sofern die Steuerung mit Hilfe des Sensors 24 eine Verlagerung der zweiten Einheit 2 aufgrund einer am Handgriff 9 wirkenden Betriebskraft feststellt,  
5 bewirkt sie durch entsprechendes Ansteuern des Einlassventils 22 oder des Auslassventils 23 eine Änderung der Stifigkeit der Handgriff-Luftfeder 11. Dementsprechend verlagern sich der Handgriffskolben 12 und der Handgriff 9 in der gewünschten Weise.

10 Die Steuerung ist in der Lage, einen gewissen Schwankungsbereich zuzulassen, der im Wesentlichen von dem zur Verfügung stehenden Federweg der Federeinrichtung 5 abhängt.

15 Die von der Steuerung bestimmte Stellfrequenz des Aktors kann kleiner sein als die Frequenz der in der ersten Einheit erzeugten Schwingung. Dadurch sind die Anforderungen an die Steuerung und die Bauelemente des Aktors vergleichsweise gering. Es ist aber auch möglich, die Stellfrequenz des Aktors höher zu wählen als die Schwingungsfrequenz. Dann wäre der Aktor in  
20 der Lage, der Schwingung aktiv entgegenzuwirken. Dies setzt jedoch eine entsprechend schnelle Steuerung und schnelle Ventile 23, 24 voraus.

Figur 5 zeigt einen schematischen Schnitt durch ein Arbeitsgerät mit der erfundungsgemäßen Vorrichtung zur Schwingungsisolation eines Handgriffs.

25 In Figur 5 wird ein Schnitt durch einen oberen bzw. hinteren, von einem Werkzeug abgewandten Teil eines als Arbeitsgerät dienenden Schlaghammers gezeigt.

30 Die erfundungsgemäße Vorrichtung eignet sich besonders für handgehaltene Arbeitsgeräte, bei denen Schwingungen oder Stöße erzeugt werden, um die gewünschte Arbeitswirkung zu erreichen. Hierbei kommt es darauf an, dass der das Arbeitsgerät führende bzw. haltende Bediener vor den Schwingungen und Stößen geschützt wird.

35 Ein Schwingungserreger 31 ist in der Figur 5 lediglich schematisch als Gehäusekasten dargestellt. Er weist unter anderem z. B. einen Antrieb, wie einen Elektro- oder Verbrennungsmotor, sowie eine Bewegungswandeleinrich-

- 1      tung auf. Die Bewegungswandeleinrichtung wandelt die üblicherweise als Drehbewegung vom Antrieb erzeugte Bewegung in eine für den jeweiligen Anwendungszweck geeignete langsamere Drehbewegung oder auch oszillierende Hin- und Herbewegung um. So ist es z. B. üblich, die Bewegungswandeleinrichtung als Getriebe mit einem Kurbeltrieb auszuführen, der ein Schlagwerk antreibt. Von dem Schlagwerk werden mit Hilfe eines Schlagkolbens Stöße erzeugt, die auf ein Werkzeug, z. B. einen Meißel, geleitet werden.
- 5      Außer dem in Figur 5 gezeigten Schlaghammer eignet sich die Erfindung typischerweise auch für Bohrhämmer oder Stampfer oder andere Arbeitsgeräte, bei denen eine Schwingungsentkopplung des Handgriffs sinnvoll ist.
- 10     Als Schwingungserreger 31 wird somit der Teil des Arbeitsgeräts bezeichnet, in dem Vibrationen oder Stöße generiert werden. Der Begriff steht stellvertretend für verschiedene Konstellationen, die je nach Typ des Arbeitsgeräts vom Fachmann gewählt werden können.
- 15     Der Schwingungserreger 31 ist mit einer in der Figur 5 als Griffhaube ausgeführten Griffeinrichtung 32 gekoppelt. Die Griffeinrichtung 32 kann den Schwingungserreger 31 teilweise umgeben, wie in der Figur 5 gezeigt. Sie kann aber auch räumlich getrennt von dem Schwingungserreger 31 vorgesehen sein.
- 20     Die Griffeinrichtung 32 ist relativ zu dem Schwingungserreger 31 wenigstens entlang einer Hauptrichtung A beweglich. Hierfür ist eine in der Figur 5 nicht gezeigte, an sich bekannte Führung (z. B. mittels Parallelschwingen) zwischen der Griffeinrichtung 32 an dem Schwingungserreger 31 vorgesehen. Darüber hinaus kann die Griffeinrichtung 32 auch in anderen, von der Hauptrichtung A abweichenden Richtungen relativ zu dem Schwingungserreger 31 beweglich sein, wenn dies technisch nicht verhinderbar oder gar gewünscht ist.
- 25     An der Griffeinrichtung 32 sind zwei Handgriffe 33 vorgesehen, an denen der Bediener das Arbeitsgerät halten und führen kann. Für die Gestaltung der Handgriffe 33 sind ebenfalls zahlreiche Varianten bekannt. Bei einem Bohrhammer z. B. kann statt den beiden Handgriffen 33 ein einzelner Handgriff
- 30     35

- 1    in Form eines Pistolen- oder Spatenhandgriffs zum Einsatz kommen.

An dem Schwingungserreger 31 ist ein Luftfederkolben 34 befestigt. Der Luftfederkolben wird von einem durch einen Teil der Wandung der Griffleinrichtung 32 gebildeten Federzylinder 35 umschlossen, so dass sich in einem Hohlraum zwischen dem Luftfederkolben 34 und dem Federzylinder 35 eine Luftfederkammer 36 ausbildet, die die eigentliche Luftfeder 37 aufnimmt. Es ist erkennbar, dass der Luftdruck in der Luftfeder 37 steigt, wenn die Griffleinrichtung 32 in Richtung A näher an den Schwingungserreger 31 ange drückt wird. Der Luftfederkolben 34, der Federzylinder 35, die Luftfederkammer 36 und die Luftfeder 37 bilden zusammen eine Federeinrichtung 38.

Auf der Oberseite des Luftfederkolbens 34 ist ein elastischer Anschlag 39 vorgesehen, gegen den die Griffleinrichtung 32 anschlagen kann, wenn die in 15 Richtung A ausgeübte Kraft so groß ist, dass die Luftfeder 37 vollständig komprimiert wird bzw. wenn die Luftfeder 37 zu wenig Luft enthält, um eine ausreichende Federwirkung zu gewährleisten. Der elastische Anschlag 39 stellt sicher, dass eine gewisse Schwingungsisolation der Griffleinrichtung 32 auch dann gewährleistet ist, wenn die Griffleinrichtung 32 über den Anschlag 39 in direktem Kontakt mit dem Luftfederkolben 34 und damit dem Schwingungserreger 31 steht.

An dem Schwingungserreger 31 ist weiterhin ein Pumpkolben 40 vorgesehen, der von einem als Pumpzylinder 41 dienenden Teil der Wandung der Griffleinrichtung 32 umschlossen ist. Der Pumpzylinder 41 umschließt dem Pumpkolben 40 derart, dass eine Pumpkammer 42 ausgebildet wird. Dadurch wird eine Luftpumpe 43 gebildet.

Über ein Einwegventil bzw. erstes Rückschlagventil 44 kann Luft aus der Umgebung des Arbeitsgeräts in die Pumpkammer 42 einströmen, wenn sich 30 die Griffleinrichtung 32 von dem Schwingungserreger 31 weg bewegt und sich dadurch das Volumen der Pumpkammer 42 vergrößert. Der dabei entstehende Unterdruck saugt die Luft über das erste Rückschlagventil 44 in die Pumpkammer 42.

35

Wenn hingegen die Griffleinrichtung 32 in Richtung A gegen den Schwingungserreger 31 bewegt wird, verkleinert sich das Volumen der Pumpkam-

- 28 -

1       mer 42, so dass die unter Druck stehende Luft über ein zweites Rückschlag-  
ventil 45 und eine Einlassöffnung 46 in die Luftfederkammer 36 einströmen  
5       kann. Eine Rückströmung der Luft in die Umgebung wird durch das erste  
Rückschlagventil 44 verhindert. Dadurch wird der Luftdruck in der Luftfe-  
derkammer 36 vergrößert und die Steifigkeit der Luftfeder 37 erhöht.

10      Da der Schwingungserreger 31 im Wesentlichen kontinuierliche Schwingun-  
gen oder kontinuierlich wiederkehrende Stöße und daraus resultierende  
Schwingungen erzeugt, hat der Schwingungserreger 31 die Neigung, sich  
15      ständig hin- und herzubewegen. Die vom Bediener gehaltene Griffleinrich-  
tung 32 hingegen sollte möglichst ortsfest bleiben. Dadurch entsteht im Be-  
trieb des Arbeitsgeräts eine kontinuierliche Relativbewegung zwischen der  
Griffleinrichtung 32 und dem Schwingungserreger 31, die mit Hilfe der Luftpumpe 43  
15      einen über einen gewissen Zeitraum gemittelt konstanten Luft-  
strom erzeugt.

20      Der Zuluftstrom in die Luftfederkammer 36 kommt dann zum Erliegen, wenn  
der von der Luftpumpe 43 erzeugte Luftdruck nicht höher ist als der in der  
Luftfederkammer 36 herrschende Druck. Dann allerdings hat die Luftfeder  
25      37 ihre maximal mögliche Steifigkeit erreicht. Die Luftpumpe 43 und die Fe-  
dereinrichtung 38 sind dementsprechend so auszulegen, dass auch bei theo-  
retischer Maximalbeanspruchung (maximale, vom Bediener in Richtung A  
aufgebrachte Kraft) eine Trennung zwischen der Griffleinrichtung 32 und  
dem Schwingungserreger 31 gewährleistet ist, so dass die im Schwingungs-  
erreger 31 entstehenden Schwingungen nur über die Luftfeder 37, jedoch  
25      nicht über weitere Festkörperkontakte, auch nicht über den Anschlag 39,  
auf die Griffleinrichtung 32 übertragen werden können.

30      In der Wandung der Griffleinrichtung 32 ist eine Auslassöffnung 47 ausgebil-  
det. Die Auslassöffnung 47 ist derart positioniert, dass sie je nach Relativ-  
stellung zwischen der Griffleinrichtung 32 und dem Schwingungserreger 31  
von dem als Schieber dienenden Luftfederkolben 34 abgedeckt oder nicht  
abgedeckt wird. Wie in der Figur erkennbar, deckt der Luftfederkolben 34  
35      die als Ventilöffnung dienende Auslassöffnung 47 dann ab, wenn die Grif-  
feinrichtung 32 über einen bestimmten Punkt an den Schwingungserreger  
31 angenähert wurde. Dies wird insbesondere dann der Fall sein, wenn der  
Bediener mit entsprechend großer Halte- bzw. Andrückkraft in Richtung A

- 29 -

1 drückt.

5 In diesem Fall wird der Luftdruck in der Luftfeder 37 durch die kontinuierliche Zuluft aus der Luftpumpe 43 so lange erhöht, bis die Luftfeder 37 stark genug ist, die Griffleinrichtung 32 gegen die Andrückkraft des Bedieners und damit gegen die Richtung A zurückzudrücken. Dabei wird die Griffleinrichtung 32 so lange zurückbewegt, bis der Luftfederkolben 34 die Auslassöffnung 47 zumindest teilweise wieder freigibt. Dann nämlich kann Luft aus der Luftfeder 37 über die Auslassöffnung 47 in die Umgebung ausströmen, 10 so dass sich der Luftdruck in der Luftfeder 37 wieder vermindert. Durch das Reduzieren des Luftdrucks in der Luftfeder 37 wiederum kann sich die Griffleinrichtung 32 wieder näher zu dem Schwingungserreger 31 bewegen.

15 Auf diese Weise wird eine als Feder-Regelungseinrichtung dienende Regelung gewährleistet, aufgrund der die Relativstellung zwischen der Griffleinrichtung 32 und dem Schwingungserreger 31 auch bei sich ändernden äußeren, im Wesentlichen statischen Kräften, wie z. B. der Haltekraft des Bedieners, stets in einem definierten Arbeitsbereich, vorzugsweise sogar in einer Sollstellung, gehalten wird. Die Sollstellung wird meist einer Stellung entsprechen, bei der der Luftfederkolben 34 in der in der Figur gezeigten Weise 20 die Auslassöffnung 47 teilweise abdeckt. Dann wird sich ein Gleichgewicht zwischen dem Zuluftstrom aus der Luftpumpe 43 und dem Abluftstrom über die Auslassöffnung 47 einstellen, so dass die von der Luftfeder 37 erzeugte Federkraft der von außen einwirkenden Kraft entspricht.

25

Als Sollstellung für die Regelung der Luftfeder 37 eignet sich besonders eine Mittelstellung, in der etwa gleiche Bewegungswege der Griffleinrichtung 32 zu dem Schwingungserreger 31 hin und von dem Schwingungserreger 31 weg gewährleistet sind. Dadurch kann der Schwingungserreger 31 gut relativ 30 zu der Griffleinrichtung 32 schwingen.

Die Regelung der Luftfeder 37 weist eine gewisse, gewollte Trägheit auf. Insbesondere sind die Schwingungsfrequenzen des Schwingungserregers deutlich größer als die Frequenzen der Regelungsgeschwindigkeit, so dass die 35 Schwingungen keine oder eine nur vernachlässigbare Änderung der Federsteifigkeit der Luftfeder 37 bewirken. Die Federeigenschaften werden somit vorwiegend bzw. ausschließlich durch die von außen auf die Griffleinrichtung

- 30 -

1        32 und damit den Schwingungserreger 31 wirkende Kraft, vor allem durch  
die Haltekraft des Bedieners, verändert.

5        Dementsprechend kompensiert die Luftfeder 37 die höherfrequenten  
Schwingungen des Schwingungserregers 31, so dass eine wirkungsvolle  
Schwingungsisolation der Griffeinrichtung 32 stattfindet.

10      Bei einer anderen, in der Figur 5 nicht gezeigten Ausführungsform der Erfin-  
dung ist der Abluftstrom aus der Luftfeder 37 konstant, während der Zuluft-  
strom von der Luftpumpe entsprechend gesteuert bzw. geregelt ist, um die  
gewünschte Veränderung der Federeigenschaften der Luftfeder 37 zu errei-  
chen.

15      Bei einer wiederum anderen Ausführungsform ist es möglich, sowohl den  
Zuluftstrom als auch den Abluftstrom zu regeln.

20      Anstelle der oben beschriebenen Luftpumpe sind auch andere Lösungen  
denkbar, mit denen Luft mit einem bestimmten Druckwert erzeugt werden  
kann. So ist es z. B. möglich, die Druckluft direkt im Schwingungserreger  
31, z. B. von dem dort vorgesehenen Antrieb, zu erzeugen. Dazu eignen  
sich z. B. entsprechende Lüfterräder.

25      Bei einer anderen Variante ist zwischen dem Schwingungserreger 31 und  
der Griff einrichtung 32 ein beweglicher Massenschwinger angeordnet, der  
durch die Schwingungen des Schwingungserregers hin- und herbewegt wird.

30      Selbstverständlich kann die Zuordnung der zu der Federeinrichtung 38 und  
der Luftpumpe 43 gehörenden Bauelemente zu der Griff einrichtung 32 und  
dem Schwingungserreger 31 auch einfach vertauscht werden. Die erzielbare  
Wirkung bleibt unverändert.

35      Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Luftfeder 37 im Leerlauf des Arbeits-  
geräts eine erhöhte Steifigkeit aufweist. Insbesondere bei dem in der Figur 5  
gezeigten Hammer besteht beim Ansetzen an eine neue Bohrstelle die Ge-  
fahr, dass der Hammer von der Ansetzstelle wegspringt. Wenn die Luftfeder  
37 im Leerlaufbetrieb entsprechend steif ist, kann der Bediener den Hammer  
besser führen und die Anbohrung vornehmen. Dazu kann z. B. der Luftfe-

- 31 -

1 derkolben 34 so gestaltet werden, dass er in einer Relativstellung, bei der die Griffleinrichtung 32 weit entfernt, also zurückgeschoben zu dem Schwingungserreger 31 steht, die Auslassöffnung 47 abdeckt. Erst beim Andrücken der Griffleinrichtung 32 gegen den Schwingungserreger 31 gibt der Luftfeder-  
5 kolben 4 die Auslassöffnung 47 frei, so dass die Steifigkeit der Luftfeder 37 zunächst deutlich reduziert wird. Dadurch kann die Griffleinrichtung 32 in die gewünschte Sollstellung (z. B. Mittelstellung) gelangen, bevor der Luftfe-  
derkolben 34 die Auslassöffnung 47 wieder in der oben beschriebenen Weise  
10 verschließt. Um diese Ansteuerung zu realisieren, können in Seitenwänden des Luftfederkolbens 34 entsprechende Steuernuten vorgesehen sein, die je nach Relativstellung die Luftfeder 37 mit der Auslassöffnung 47 verbinden.

Dadurch, dass die Haltekraft des Bedieners, insbesondere die Andrückkraft und die vom Arbeitsgerät verursachte und vom Bediener zu haltende Ge-  
15 wichtskraft ausgeregelt werden, kann der Arbeitspunkt der Federkennlinie der Luftfeder 37 stets in einem Bereich gehalten werden, der ein größtmögli-  
ches Schwingen des Schwingungserregers 31 relativ zu der Griffleinrichtung 32 zulässt. Dadurch werden die Schwingungen und Stöße wirksam von der Griffleinrichtung 32 isoliert.

20 Generell besteht das Problem, dass bei einer Frischluftzufuhr über das Rückschlagventil 44 Staub und Verschmutzungen in das Innere des Geräts, insbesondere in die Luftpumpe 43, eine entsprechende alternative Luftdruckerzeugungseinrichtung oder in die Luftfeder 37 selbst gelangen kann. Um dies zu vermeiden, ist es anzustreben, die Luft, die die Luftfeder 37 über die Auslassöffnung 47 verlassen hat, in einem geschlossenen Kreislauf der Luftpumpe 43 bzw. einer anderen Luftdruckerzeugungseinrichtung zuzuführen, wodurch die Luft dann wieder in die Luftfeder 37 gepumpt werden kann. Auf diese Weise wird eine Luftrückführung erreicht, bei der lediglich die durch  
25 Leckverluste entwichene Luft ersetzt werden muss. Im Wesentlichen kann aber durch die Rückführung immer wieder die gleiche Luft für die Luftfeder 37 verwendet werden.

30 Ein erfindungsgemäßes Arbeitsgerät weist somit eine zwischen der vibrieren-  
den ersten Einheit und der ruhig zu stellenden zweiten Einheit (z. B. Hand-  
griff) eine Luftfeder auf. Die Federeigenschaften der Luftfeder können in vor-  
teilhafter Weise dadurch verändert werden, dass der Füllungsgrad der Luftfe-

- 32 -

1 der bzw. der Luftdruck in der Luftfeder verändert werden können. Dafür  
wurden oben Vorschläge für Lufterzeugungseinrichtungen sowie für  
Federregelungseinrichtungen beschrieben. In besonders vorteilhafter Weise  
kann entweder der Antrieb des Arbeitsgeräts, z. B. über einen Antriebskol-  
5 ben des Luftfegerschlagwerks, die erforderliche Lufterzeugung ermögli-  
chen. Alternativ dazu kann die schwingende Relativbewegung zwischen der  
ersten und der zweiten Einheit genutzt werden, um daraus eine Pumpbewe-  
gung für die Förderung der Luft und die Drucklufterzeugung abzuleiten. Ins-  
besondere über einfache mechanische Regeleinrichtungen ist es möglich,  
10 den Luftdruck in der Luftfeder bzw. deren Luftfüllung stets den Gegebenhei-  
ten, also vor allem der vom Bediener aufgebrachten Andrückkraft, anzupas-  
sen.

15

20

25

30

35

1

**P a t e n t a n s p r ü c h e**

1. Handgehaltenes Arbeitsgerät, mit
  - einer im Betrieb durch eine Schwingung angeregten ersten Einheit (1);
  - einer gegenüber der ersten Einheit (1) wenigstens in einer Arbeitsrichtung ( $\Lambda$ ) relativ beweglichen zweiten Einheit (2); und mit
    - einer wirkungsmäßig zwischen der ersten (1) und der zweiten Einheit (2) angeordneten Schwingungsisoliereinrichtung (3);  
wobei die Schwingungsisoliereinrichtung (3) wenigstens einen Aktor (4) zum Erzeugen einer Stellkraft aufweist, mit der eine in der Arbeitsrichtung ( $\Lambda$ ) zwischen der ersten (1) und der zweiten (2) Einheit wirkende Betriebskraft wenigstens teilweise kompensierbar ist;  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der Aktor (4) pneumatisch betrieben wird und eine Handgriff-Luftfeder (11) aufweist.
- 15 2. Arbeitsgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
  - das Arbeitsgerät ein Bohr- und/oder Schlaghammer ist;
  - die zweite Einheit (2) einen Handgriff (9) aufweist;
  - in der ersten Einheit (1) ein Luftfegerschlagwerk vorgesehen ist, mit einem von einem Motor angetriebenen Antriebskolben (7) zum Antreiben eines Schlagkolbens mittels einer zwischen dem Antriebskolben (7) und dem Schlagkolben erzeugbaren Luftfeder (8); und dass
    - der Antriebskolben (7) zum Erzeugen von Druckluft zum Speisen des Aktors (4) ausgebildet ist.
- 20 25 3. Arbeitsgerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aktor (4) einen von dem Antriebskolben (7) mit Druckluft befüllbaren Druckluftspeicher (10) aufweist.
- 30 35 4. Arbeitsgerät nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass
  - der Aktor (4) den Druckluftspeicher (10), eine Ventileinrichtung (13, 14; 22, 23), die Handgriff-Luftfeder (11) und einen Handgriffkolben (12) aufweist;
  - der Druckluftspeicher (10) über die Ventileinrichtung (13, 14; 22, 23) mit der Handgriff-Luftfeder (11) verbindbar ist; und dass
    - die Handgriff-Luftfeder (11) auf den Handgriffkolben (12) wirkt, der mit dem Handgriff (9) verbunden ist.

- 34 -

- 1        5. Arbeitsgerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventileinrichtung (13, 14; 22, 23) derart ausgebildet ist, dass, wenn der Handgriffkolben (12) ein die Handgriff-Luftfeder (11) umschreibendes Volumen über ein vorgegebenes Maß verkleinert, Druckluft aus dem Druckluftspeicher (10) in die Handgriff-Luftfeder (11) nachführbar ist, um das vorgegebene Maß für das Volumen der Handgriff-Luftfeder (11) wieder zu erreichen.
- 5
- 10        6. Arbeitsgerät nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventileinrichtung ein Auslassventil (14) aufweist zum Auslassen von Druckluft aus der Handgriff-Luftfeder (11), wenn das Volumen der Handgriff-Luftfeder (11) aufgrund einer Verlagerung des Handgriffkolbens (12) einen vorgegebenen Maximalwert übersteigt.
- 15        7. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Sensor (24) vorgesehen ist, zum Bestimmen der Relativstellung der ersten (1) und der zweiten Einheit (2).
- 20        8. Arbeitsgerät nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass
  - der Sensor (24) und die Ventileinrichtung (22, 23) mit einer Steuerung verbunden sind; und dass
  - die Ventileinrichtung (22, 23) durch die Steuerung derart ansteuerbar ist, dass in der Handgriff-Luftfeder (11) ein derartiger Druckluftzustand herrscht, dass die von dem Sensor (24) erfassten Relativstellungen (1) der ersten und der zweiten Einheit (2) in einem vorgegebenen Schwankungsreich gehalten werden.
- 25
- 30        9. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass parallel zu dem Aktor (4) zwischen der ersten (1) und der zweiten Einheit (2) eine Federeinrichtung (5) angeordnet ist.
- 35        10. Arbeitsgerät nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federeinrichtung (5) eine weichere Federkennlinie als der Aktor (4) aufweist.
11. Arbeitsgerät nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federeinrichtung (5) eine Federsteifigkeit aufweist, die wenigstens so groß

- 1 ist, dass durch die Federeinrichtung (5) die Bewegung einer Amplitude der Schwingung aufnehmbar ist, ohne dass ein Blocksetzen der Federeinrichtung auftritt.
- 5 12. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die von dem Aktor (4) erzeugte Stellkraft zyklisch veränderbar ist, wobei die Änderung mit der gleichen Frequenz erfolgt, mit der sich der Antriebskolben (7) bewegt.
- 10 13. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine maximale Stellfrequenz des Aktors (4) kleiner ist als eine Frequenz der in der ersten Einheit (1) erzeugten Schwingung.
- 15 14. Arbeitsgerät nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 4 bis 13, jedoch nicht rückbezogen auf die Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine von einem Motor des Arbeitsgeräts angetriebene Drucklufterzeugungseinrichtung vorgesehen ist, zum Erzeugen von Druckluft für den Aktor (4).
- 20 15. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellkraft des Aktors (4) derart einstellbar ist, dass ein Schwankungsbereich für die durch unterschiedliche Betriebskräfte verursachten Relativstellungen zwischen der ersten (1) und der zweiten Einheit (2) sichergestellt ist, der kleiner als ein Schwankungsbereich ist, den die Relativstellungen zwischen der ersten (1) und der zweiten Einheit (2) bei ebenso unterschiedlichen Betriebskräften, jedoch ohne die Kompensationswirkung der Stellkraft des Aktors (4) erreichen würden.
- 25 16. Vorrichtung zur Schwingungsisolation eines Handgriffs bei einem Arbeitsgerät, mit
- 30 - einem Schwingungserreger (31) in dem Arbeitsgerät;
- einer relativ zu dem Schwingungserreger (31) wenigstens entlang einer Hauptrichtung (A) beweglichen Griffeinrichtung (32); und mit
- 35 - einer zwischen dem Schwingungserreger (31) und der Griffseinrichtung (32) wirkenden Schwingungsentkopplungseinrichtung, die eine Feder einrichtung (37) aufweist, über die wenigstens ein Teil der zwischen der Griffseinrichtung (32) und dem Schwingungserreger (31) wirkenden Kräfte

- 36 -

- 1      übertragen werden;  
      **dadurch gekennzeichnet**, dass
  - die Federeinrichtung eine zwischen der Griffleinrichtung (32) und dem Schwingungserreger (31) wirkende Luftfeder (37) aufweist; und dass
  - 5      -      die Schwingungsentkopplungseinrichtung eine Feder-Regelungseinrichtung (34, 47) aufweist, zum Verändern der Federsteifigkeit und/oder der Vorspannung der Federeinrichtung (37) in Abhängigkeit von einer in der Hauptrichtung (A) zwischen der Griffleinrichtung (32) und dem Schwingungserreger (31) wirkenden Kraft oder in Abhängigkeit von einer der wirkenden Kraft entsprechenden Relativstellung der Griffleinrichtung (32) zu dem Schwingungserreger (31).
- 10
- 15      17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwischen der Griffleinrichtung (32) und dem Schwingungserreger (31) wirkende Kraft im Wesentlichen eine von einem Bediener auf die Griffleinrichtung (32) in der Hauptrichtung (A) ausgeübte Haltekraft ist.
- 20      18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Relativstellung der Griffleinrichtung (32) zu dem Schwingungserreger (31) durch die Feder-Regelungseinrichtung (34, 47) im Zusammenspiel mit der wirkenden Kraft in einem vorbestimmten Arbeitsbereich gehalten wird.
- 25      19. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federeinrichtung (37) durch die Feder-Regelungseinrichtung (34, 47) derart ansteuerbar ist, dass die Griffleinrichtung (32) auch bei einer sich ändernden Kraft zwischen der Griffleinrichtung (32) und dem Schwingungserreger (31) im Wesentlichen in einer vorbestimmten Relativstellung entsprechenden Sollstellung in dem Arbeitsbereich gehalten wird.
- 30      20. Vorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sollstellung eine Mittelstellung in dem Arbeitsbereich ist, und dass die Griffleinrichtung (32) von der Mittelstellung aus über im Wesentlichen gleich lange Bewegungsstrecken zu jeweiligen Endstellungen bewegbar ist.
- 35      21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federeinrichtung (37) durch die Feder-Regelungsein-

- 37 -

- 1 richtung (34, 47) derart ansteuerbar ist, dass die Federeinrichtung (37) in  
einem Leerlaufbetrieb, in dem die zwischen der Griffleinrichtung (32) und  
dem Schwingungserreger (31) wirkende Kraft unter einem vorgegebenen  
Grenzwert liegt, eine erhöhte Steifigkeit aufweist.
- 5
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekenn-  
zeichnet**, dass die Steifigkeit der Federeinrichtung (37) in einem Arbeitsbe-  
trieb, in dem die zwischen der Griffleinrichtung (32) und dem Schwingungs-  
erreger (31) wirkende Kraft über einem vorgegebenen Grenzwert liegt, durch  
10 die Feder-Regelungseinrichtung (34, 47) derart reduzierbar ist, dass die  
Griffleinrichtung (32) in der Sollstellung des Arbeitsbereichs steht.
- 15
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 22, **dadurch gekenn-  
zeichnet**, dass die Luft für die Luftfeder (37) durch eine Luftpumpe (43) be-  
reitgestellt wird.
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die  
Luftpumpe (43) von einem Antriebsmotor des Arbeitsgeräts betrieben wird.
- 20
25. Vorrichtung nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet**,  
dass die Luftpumpe (43) durch die oszillierende Relativbewegung zwischen  
der Griffleinrichtung (32) und dem Schwingungserreger (31) betrieben wird.
- 25
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 25, **dadurch gekenn-  
zeichnet**, dass
- die Luftpumpe (43) eine zwischen der Griffleinrichtung (32) und dem  
Schwingungserreger (31) vorgesehene Pumpkammer (42) aufweist, deren  
Volumen sich in Folge der oszillierenden Relativbewegung ständig ändert;
  - über ein erstes Rückschlagventil (44) Luft aus der Umgebung in die  
Pumpkammer (42) einströmen kann, wenn sich das Volumen der Pump-  
kammer (42) vergrößert; und dass
  - die Luft über ein zweites Rückschlagventil (45) aus der Pumpkammer  
(42) in eine Luftfederkammer (36) förderbar ist, in der sich die Luftfeder  
(37) ausbildet, wenn sich das Volumen der Pumpkammer (42) verringert.
- 35
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 26, **dadurch gekenn-  
zeichnet**, dass der Zuluftstrom von der Luftpumpe (43) zur Luftfeder (37),

1        gemittelt über einen bestimmten Zeitabschnitt, im Wesentlichen konstant ist, und dass die Feder-Regelungseinrichtung eine Ventileinrichtung (34, 47) aufweist, durch die der Abluftstrom aus der Luftfeder (37) in Abhängigkeit von der Relativstellung der Griffleinrichtung (32) regelbar ist.

5

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventileinrichtung eine Ventilöffnung (47) aufweist, die offenbar ist, wenn die Griffleinrichtung (32) von dem Schwingungserreger (31) weiter entfernt ist, und die wenigstens teilweise verschließbar ist, wenn die Griffleinrichtung (32) unter Einwirkung der Kraft dem Schwingungserreger (31) in der Hauptrichtung (A) angenähert wird, insbesondere wenn die Griffleinrichtung (32) über die Mittelstellung des Arbeitsbereichs dem Schwingungserreger (31) angenähert ist.

10

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- die Luftfeder (37) in einer Luftfederkammer (36) ausgebildet ist;
- die Ventilöffnung (47) in einer Wandung der Luftfederkammer (36) vorgesehen ist;

20

- die Ventileinrichtung einen relativ zu der Ventilöffnung (47) bewegbaren Schieber (34) aufweist;

- die Ventilöffnung (47) entweder mit der Griffleinrichtung (32) oder mit dem Schwingungserreger (31) und demgegenüber umgekehrt der Schieber (34) mit dem Schwingungserreger (31) oder mit der Griffleinrichtung (32) bewegbar ist;

25

- die Ventilöffnung (47) von dem Schieber (34) nicht abgedeckt wird, wenn die Griffleinrichtung (32) von dem Schwingungserreger (31) weiter entfernt ist, als es der Sollstellung entspricht; und dass

30

- die Ventilöffnung (47) von dem Schieber (34) abgedeckt wird, wenn die Griffleinrichtung (32) von dem Schwingungserreger (31) näher entfernt ist, als es der Sollstellung entspricht.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Feder-Regelungseinrichtung eine Ventileinrichtung aufweist, durch die der Zuluftstrom zu der Luftfeder (37) in Abhängigkeit von der Relativstellung der Griffleinrichtung regelbar ist, und dass der Abluftstrom aus der Luftfeder (37) im Wesentlichen konstant ist.

- 39 -

- 1        31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Griffleinrichtung (32) wenigstens einen Handgriff (33) aufweist.
- 5        32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Griffleinrichtung (32) und dem Schwingungserreger (31) ein elastischer Anschlag (39) vorgesehen ist, derart, dass wenigstens ein Teil der zwischen der Griffleinrichtung (32) und dem Schwingungserreger (31) wirkenden Kraft über den Anschlag (39) übertragen wird,  
10        wenn die Federsteifigkeit der Federeinrichtung (37) nicht ausreicht, um die gesamte Kraft zu übertragen.
- 15        33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federeinrichtung eine Luftfeder (37) aufweist, und dass die Luft für die Luftfeder (37) aus einem Luftspeicher zuführbar ist.
- 20        34. Vorrichtung nach Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der Luftfeder (37) abgelassene Luft in den Luftspeicher rückführbar ist.
- 25        35. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 15 mit einer Vorrichtung zur Schwingungsisolaton nach einem der Ansprüche 16 bis 34.

25

30

35

1/5

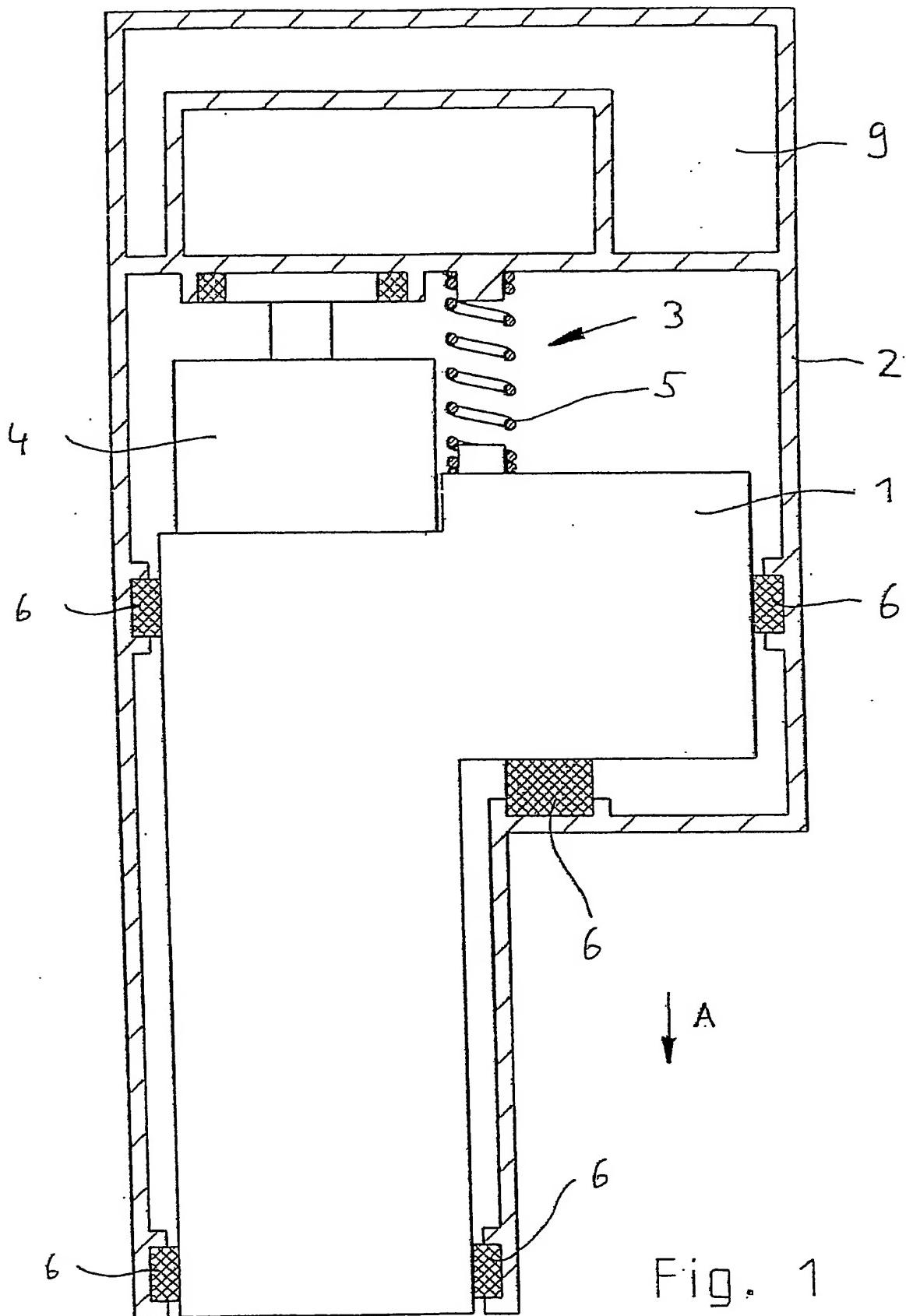


Fig. 1

2/5

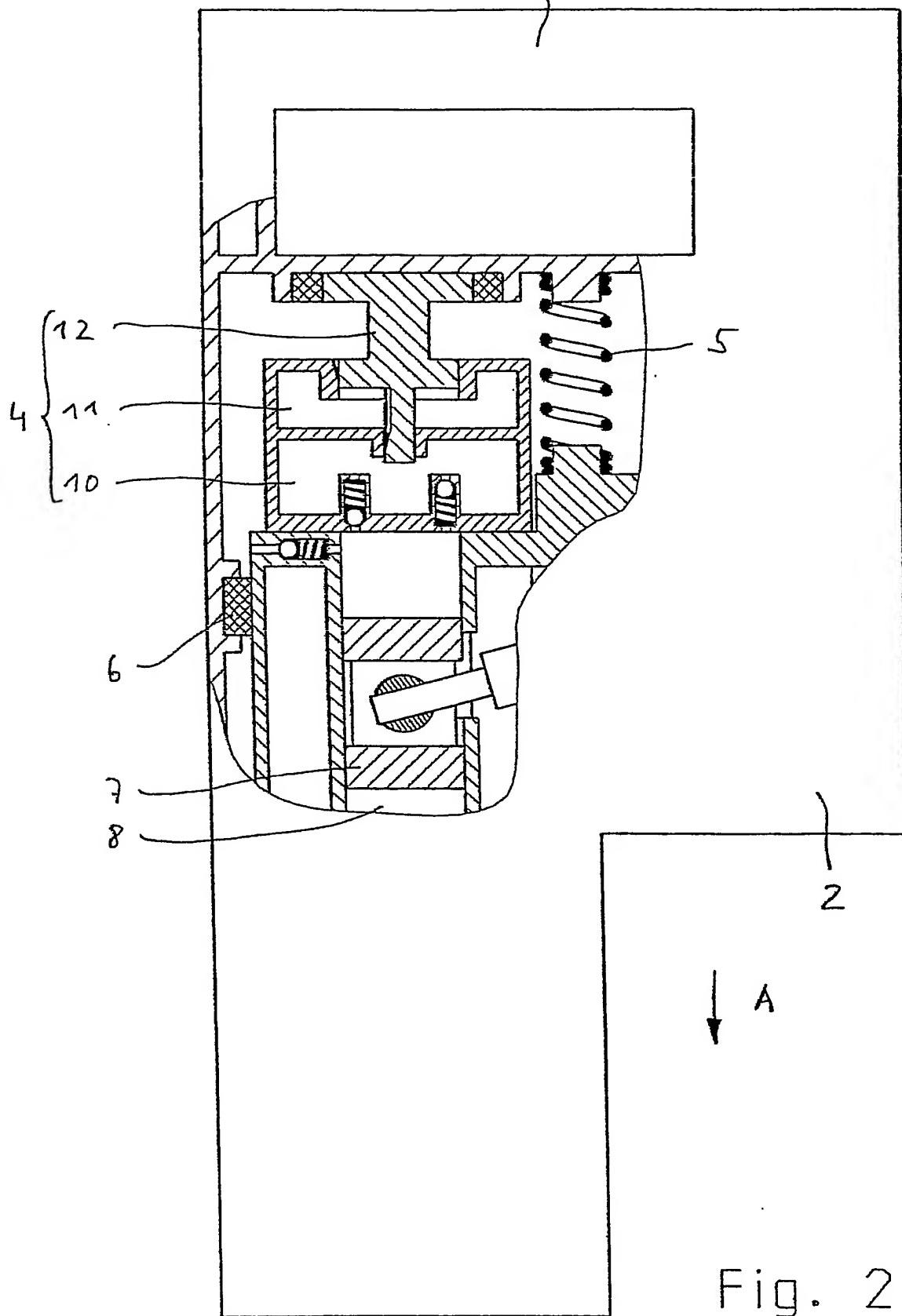


Fig. 2

3/5

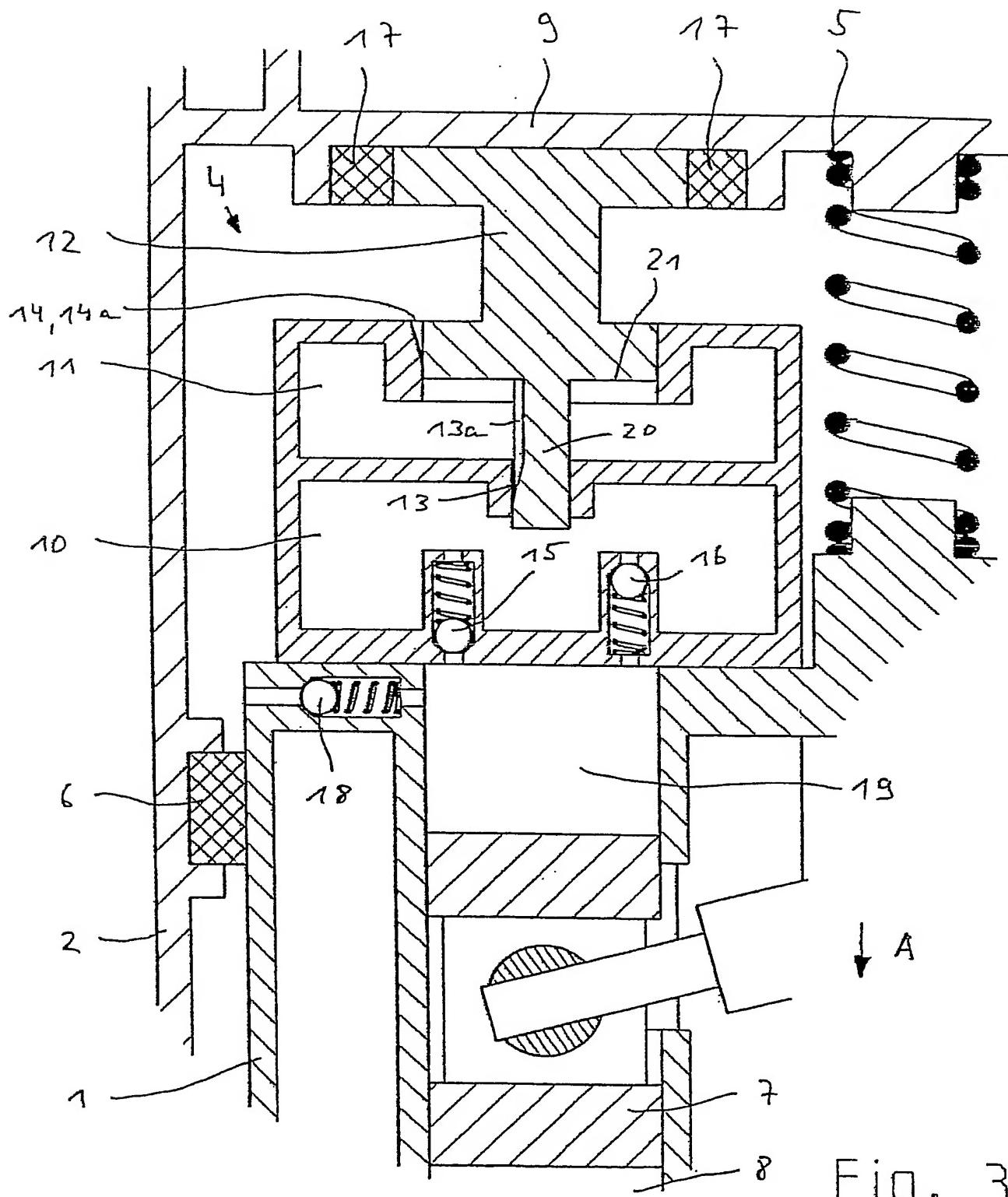


Fig. 3

4/5

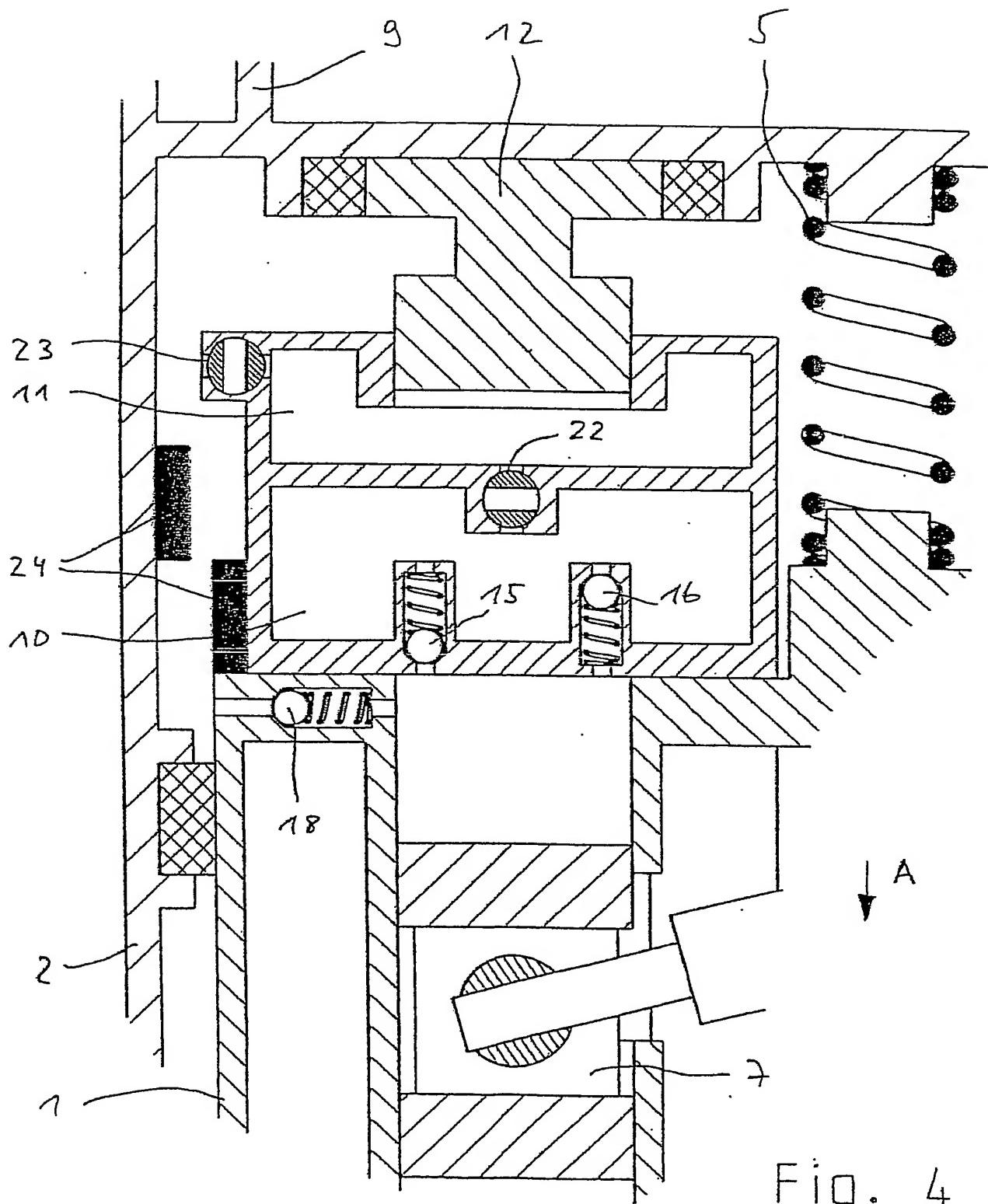


Fig. 4

5/5

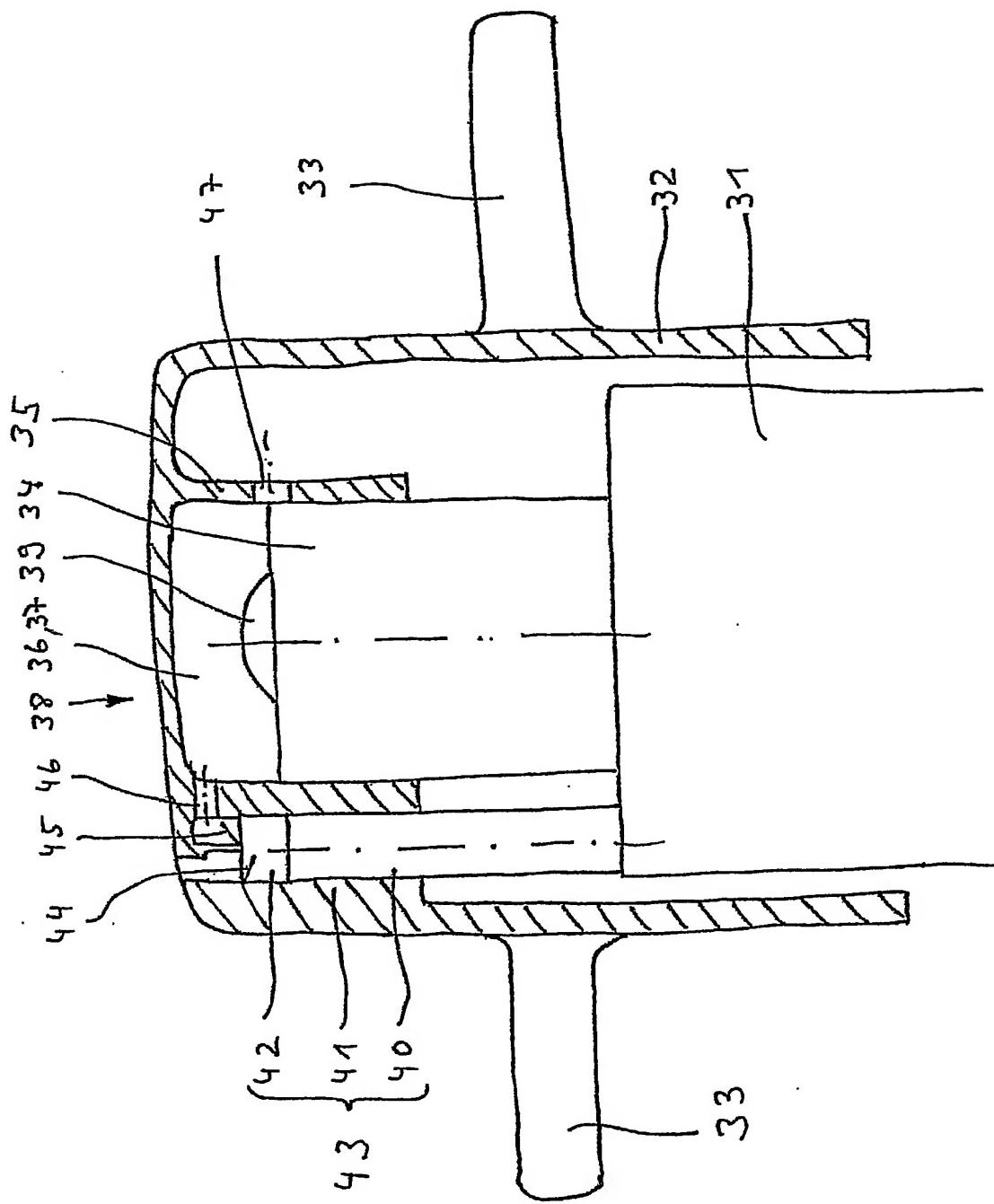


Fig. 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/007743

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B25D17/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B25D F16F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 58 266 A (BOSCH GMBH ROBERT) 26 June 2003 (2003-06-26)  paragraphs '0011!, '0020!, '0026!; figures 2,3 -----	1,7-11, 13-24, 26-35
A	US 2002/014814 A1 (YASUDA MASASHI) 7 February 2002 (2002-02-07)  paragraphs '0089!, '0151!, '0170!	1,7-11, 13-24, 26-35
A	EP 1 201 958 A (DELTA TOOLING CO LTD) 2 May 2002 (2002-05-02)  paragraph '0003!	1,7-11, 13-24, 26-35
A	DE 101 38 123 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 February 2003 (2003-02-27) -----	32

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

29 October 2004

Date of mailing of the International search report

18/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fiorani, G

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/007743

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 10158266	A	26-06-2003	DE GB JP	10158266 A1 2382856 A , B 2003170370 A		26-06-2003 11-06-2003 17-06-2003
US 2002014814	A1	07-02-2002	JP	2001317585 A 2002035696 A 2002039261 A		16-11-2001 05-02-2002 06-02-2002
EP 1201958	A	02-05-2002	JP CN EP US	2002206594 A 1350939 A 1201958 A2 2002050671 A1		26-07-2002 29-05-2002 02-05-2002 02-05-2002
DE 10138123	A	27-02-2003	DE CN WO EP JP US	10138123 A1 1460049 T 02083369 A1 1404493 A1 2004518553 T 2003132016 A1		27-02-2003 03-12-2003 24-10-2002 07-04-2004 24-06-2004 17-07-2003

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007743

**A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 B25D17/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B25D F16F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 58 266 A (BOSCH GMBH ROBERT) 26. Juni 2003 (2003-06-26)  Absätze '0011!, '0020!, '0026!; Abbildungen 2,3 -----	1,7-11, 13-24, 26-35
A	US 2002/014814 A1 (YASUDA MASASHI) 7. Februar 2002 (2002-02-07)  Absätze '0089!, '0151!, '0170! -----	1,7-11, 13-24, 26-35
A	EP 1 201 958 A (DELTA TOOLING CO LTD) 2. Mai 2002 (2002-05-02)  Absatz '0003! -----	1,7-11, 13-24, 26-35
A	DE 101 38 123 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27. Februar 2003 (2003-02-27) -----	32

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"\*" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Rechercheberichts

29. Oktober 2004

18/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Fiorani, G

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007743

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10158266	A	26-06-2003	DE	10158266 A1		26-06-2003
			GB	2382856 A ,B		11-06-2003
			JP	2003170370 A		17-06-2003
US 2002014814	A1	07-02-2002	JP	2001317585 A		16-11-2001
			JP	2002035696 A		05-02-2002
			JP	2002039261 A		06-02-2002
EP 1201958	A	02-05-2002	JP	2002206594 A		26-07-2002
			CN	1350939 A		29-05-2002
			EP	1201958 A2		02-05-2002
			US	2002050671 A1		02-05-2002
DE 10138123	A	27-02-2003	DE	10138123 A1		27-02-2003
			CN	1460049 T		03-12-2003
			WO	02083369 A1		24-10-2002
			EP	1404493 A1		07-04-2004
			JP	2004518553 T		24-06-2004
			US	2003132016 A1		17-07-2003